

SZABÓ ÁRPÁD – KÁDÁR ZOLTÁN

ANTIK
TERMÉSZETTUDOMÁNY



GONDOLAT

SZABÓ ÁRPÁD – KÁDÁR ZOLTÁN

ANTI-K TERMÉSZETTUDOMÁNY

HIBAIGAZÍTÓ

Az alábbi két színes kép fordított állású:

**Szőnyi terrakotta uterus (Magyar Nemzeti Múzeum.
Fotó: Vékás Magdolna.)**

**A magzat lehetséges fekvései az anyaméhben
Soranus szerint (9. sz.-i másolat, Brüsszel,
Királyi Könyvtár, Ms. 3714 fol. 27 v.)**

SZABÓ ÁRPÁD—KÁDÁR ZOLTÁN

ANTI
TERMÉSZETTUDOMÁNY

Gondolat · Budapest, 1984

Szaklektorok

VEKERDI LÁSZLÓ és STIRLING JÁNOS (2. rész)

ISBN 963 281 390 1

© Szabó Árpád – Kádár Zoltán, 1984

TARTALOM

I. Rész

AZ ÉLETTELEN TERMÉSZET

I. BEVEZETÉS	11
II. MATEMATIKA	16
III. CSILLAGÁSZAT	22
1. Az antik asztronómia áttekintése	22
2. A Föld és a kozmosz. Kleomédész	24
3. A Föld megmérése	32
4. Csillagászat—időszámítás	36
5. A hónap	41
6. A gnómónvilágkép. Vitruvius	42
7. Az asztronómia a tudományok között	49
8. Klaudiosz Ptolemaiosz	50
9. A hűrtáblázat (Almagest I 10—11)	53
10. Az Almagest és utóélete	55
11. A csillagos éggömb	63
12. A mozdulatlan Föld	67
IV. FÖLDRAJZ	70
1. Az előzmények	70
2. Pytheasz	73
3. A makedónok nyomában	79
4. Eratoszthenész	82
5. A rómaiak hatása	88
6. Poszeidóniosz földrajza	93
7. Sztrabón	98
8. M. Vipsanius Agrippa	105
9. Pomponius Mela	110
10. Geógraphia, khórographia, topographia	113

11. A rendszeres földrajz	115
12. A kartográfia	119
13. Az oikoumené	126
14. Ptolemaiosz után	128
V. FIZIKA	129
Bevezetés	129
(A.) 1. Sztatika	131
(A.) 2. Kinematika	134
(A.) 3. A szabadesés (Arisztotelész)	137
(A.) 4. Az atomok mozgása	140
(A.) 5. Dinamika. Erő és mozgás	144
(A.) 6. A mechanika	149
(A.) 7. Az alkalmazott tudomány	155
(A.) 8. Hidrosztatika	162
(A.) 9. Pneumatika	167
(A.) 10. A mágnesség	174
(B.) 1. Optika (A fény)	179
(B.) 2. Katoptrika	185
(B.) 3. A fénytörés	187
(C.) 1. Akusztika	191
(C.) 2. A konszonanciák	195
(C.) 3. Műveletek a kánónon	201
(C.) 4. A „közép” keresése	204
(C.) 5. A zeneelmélet nehézségei	205
(C.) 6. Akusztika és színház	207
VI. KÉMIA	210
1. Áttekintés	210
2. Kémiai apróságok (1, 2, 3)	212
3. Az arany	213
4. Kőzetek, fémek, földtörténet	215
VII. A TUDOMÁNY RÓMÁBAN	220
1. Antik ismeretterjesztés	220
2. Lucretius Carus	222
3. Az „orator” és a tudomány	225
4. Varro és Plinius	228
Irodalom.	233

II. Rész

AZ ÉLŐ TERMÉSZET

VIII. AZ ÉLET TUDOMÁNYÁNAK KEZDETEI ÉS ALAPKÉRDÉSEI	239
1. Az élővilág keletkezése	239
2. Az élő anyag	243
3. Az őselemek és az élő dinamikája	244
IX. AZ ÉLŐVILÁG ISMERETÉNEK ÖSSZEFOGLALÓI	248
Az élővilág szintetikus és analitikus vizsgálata	248
A) Az élővilág nagy görög kutatói	249
1. Hérodotosz az élő Természetről	249
2. Az orvosi szemlélet kialakulása. Hippokratész és a „Corpus Hippocraticum”	252
3. Vadászat és lótenyésztés mint tudomány. Xenophón	257
4. Bioszisztematika a platóni Akadémián	260
5. Arisztotelész. „Az állattan atyja”	262
6. Theophrasztosz, a növénytan megalapítója	267
7. A „physzisz” és a „pszikhé” egysége — Sztratón	271
B) A császárkori enciklopédisták az élővilágról	273
1. Theophrasztosz öröksége. Nikolaosz Damaszkénosz	273
2. Plinius adatai az élő Természetről	274
3. Solinus, az epigon	281
4. Pollux Onomasztikónjának állattani vonatkozásai	283
5. Vita az állatokról a szofisták lakomáján (Athénaiosz)	284
6. Az utolsó antik állatkatalógus (Polemios Silvius)	286
X. AZ ÉLŐ TERMÉSZET KUTATÁSÁNAK TERÜLETEI A HELLENISZTIKUS ÉS A RÓMAI VILÁGBAN	288
A praktikus szemlélet uralomra jutása	288
A) Az élő természet földrajza	291
1. Új élőhelyek kutatása	291
2. Összehasonlító állatföldrajz	292
3. Fauna borealis	293
4. A Nílus-vidék élővilága	296
5. Különös élőlények Aithiopiában	298
6. „Boldog Arábia” élő kincsei	299
7. India csodái	300
B) Az éthosz kutatása az állatvilágban	304
1. Poszeidóniosz az állatok értelméről	304
2. Állatvédelem tudományos alapon. Plutarkhosz	305
3. Állatok különös viselkedése. Ailianosz (Aelianus)	311

C) A vadászat zoológiája	313
A vadászat ágai	313
a) Halieutika — Piscatoria	314
1. Ovidius	314
2. A 2. század: Apuleius és a kilikiai Oppianosz	315
3. A Mosel halai. Ausonius	319
b) Kynégétika	320
1. Kezdetek Rómában: Grattius és Arrianosz	320
2. Az apameiai Oppianosz	321
3. Késő antik kynégétika	324
c) Ixeutika	326
D) Az agricultura tudománya	327
1. Cato és Varro	327
2. Vergiliusi agricultura	332
3. Columella	337
4. Agrártudomány a 2—5. században	342
E) Hippitria — Mulomedicina	346
F) Az orvosi szemlélet változásai	349
1. A hellenisztikus orvostudomány irányai	349
2. Kheirurgia és művészet (kitinói Apollóniosz)	363
3. A „gyökérvágók” technéje	364
4. Az orvostudomány kezdetei Rómában	367
5. Celsus és tanítványai	374
6. Sextius Niger	382
7. Görög farmakológia a római császárkorban	383
8. A szakosodás fejlődése a császárkor orvostudományában	386
9. A római kori orvostudomány fénypontja: Galénosz	389
10. A 3. század latin nyelvű orvostudománya	399
11. A görög orvostudomány alkonya. Oreibasiosz	400
12. Epigonok az 5. századi görög orvostudományban	401
13. Latin nyelvű orvosi művek a korfordulón	402
14. Az utolsó antik empirikus orvos: Anthimius (Anthémiosz)	404

XI. AZ ÉLŐ TERMÉSZET MINT ERKÖLCSI PÉLDATÁR	405
1. A „teremtett világ” interpretációja	405
2. A „Kyanidák” és a „Physziologosz” világa	409
3. Minden létező szintézise: az Ember	411
Irodalom	412

I. RÉSZ

AZ ÉLETTELEN TERMÉSZET

írta

SZABÓ ÁRPÁD

I. BEVEZETÉS

Ha a klasszikus ókor művészetét vagy irodalmát tanulmányozzuk, általában olyan művekkel van dolgunk, amelyek minden további nélkül összehasonlíthatók a jelenkor alkotásaival — így kezdődik az egyik fejezet egy olyan igényes népszerűsítő munkában, amely az ókori kultúráról, civilizációról akarja tájékoztatni a nem szakembereket, más szóval: a művelt nagyközönséget.* Ha viszont az antik tudományt vesszük szemügyre — folytatja ugyanez a szerző —, azt tapasztaljuk, hogy a görögök és rómaiak tudományos eredményei a legtöbb téren szinte gyerekesek ahhoz képest, ami körülöttünk a modern világban végbemegy.

Mielőtt megpróbálnánk állást foglalni ebben a korántsem egyszerű kérdésben, nézzük meg azt is: mivel okolja meg a közfelfogás azt a nagy különbséget, amelyre az előbbi két mondat akarta föl hívni a figyelmet. Mert csakugyan, bocsássuk előre: manapság még a legtöbb szakember is úgy gondolja, hogy szinte felmérhetetlen a különbség egyfelől az antik művészet és irodalom, amint mondani szokták, „örökbecsű alkotásai” — ezek az ún. *humaniorák* —, másfelől pedig az ókori *tudomány* — ha előlegezzük, hogy nem túlzás ez a megjelölés — kezdetleges próbálkozásai között. A feltűnő különbséget így szokták magyarázni.

A művészetben, ha megtanulta már az ember az anyag kezelésének elemi technikáját, a többi úgyszólván teljes egészében az egyén tehetőségétől függ. A kővel dolgozó modern szobrász technikája pl. nem sokban különbözhet 2000 évvel ezelőtti kollégájának technikájától. *Másban* áll a különbség a két kor szobrásza között; ezért a mai művész nem is áll olyan távol az ókoritól, mint amilyen messze van a mai tudós egykori elődjétől. Nagyjából így állunk a festészettel is.

* *H. N. Couch—R. M. Geer*, *Classical Civilization*, Rome. Englewood Cliffs, N. J. Prentice Hall, Inc. 1964².

De nem így a tudományban — mondják. Mert ezen a téren minden nemzedék az előtte járónak az eredményeire épít. Ma minden iskolázott ember többet tudhat a Világegyetemről, mint akár a legsokoldalúbb fizikus 100—200 évvel ezelőtt. Minden középiskolás diák órák alatt elsajátíthat ma olyan tényeket, amelyek évszázadok tudományos munkájának az eredményei. A tudományban minden nemzedék ott folytatja, ahol a megelőző abbahagyta a munkát. A nagy különbség abban áll, hogy egyfelől a tudomány — mind a tiszta, az elméleti, mind pedig az alkalmazott, a gyakorlati tudomány — nemzedékről nemzedékre *felhalmozza eredményeit*, a megszerzett tudást. Tehát a tudomány — amint mondani szokták — *kumulatív jellegű*. A művészetben viszont (és ugyanígy az irodalomban) az alkotó egyes-egyedül önmagára van utalva, minden kor művészeinek szinte előlről kell kezdenie munkáját.

Ezért éreznénk hát sokszor gyerekesnek az antik tudomány próbálkozásait akkor, amikor összehasonlítjuk ezeket a modern tudomány eredményeivel. Viszont jóval kevésbé kedvezőtlen egy ilyen természetű összehasonlítás — az antikvitás felől nézve — abban az esetben, ha a két kor művészetéről van szó.

Nem sok értelme volna annak, ha *teljes egészében* el akarnánk utasítani ezt a gondolatmenetet. Inkább csak néhány olyan szempontra szeretnénk fölhívni a figyelmet, amely lényegesen módosíthatja az éppen elmondottakat.

Nem kétséges, hogy a tudomány fejlődése többek között a tudás, a megismert anyag növekedésével is jár. Sokan csakugyan ebben látják a tudomány haladásának lényegét. Mert valóban vannak a tudomány fejlődésében olyan korszakok, amelyekben egymás után akár több generáció minden további nélkül építhet valamely korábbi nemzedéknek már elért eredményeire. Ebből a szempontból a tudomány haladása csakugyan *kumulatív jellegű*. Illusztrálhatjuk ezt a tényt sok konkrét példával. Elég olyan viszonylag újabb találmányokra emlékeztetni, mint a *távcső* és a *mikroszkóp*; mind a kettő bámulatosan sok új megismerési lehetőséggel gazdagította az embert — mind az elképzelhetetlenül nagy és távoli, mind pedig az alig elgondolhatóan parányi felé. Még további gazdagodást tett lehetővé ugyanennek a két tudományos segédeszköznek alig pár évtizedes kiegészítése egyrészt a *rádióasztrolómiával*, másrészt pedig az *elektronmikroszkóppal*. Ha nem feledkezünk meg ezenkívül a *komputerről* és az *írthajózás* legújabb eredményeiről

sem, csak még jobban megerősödik az a kettős benyomásunk, hogy egyrészt a tudomány haladása, úgy látszik, valóban a tudás, az ismeretanyag bámulatos arányú felhalmozódásából áll, másrészt pedig, hogy a mi tudományunkhoz viszonyítva az ókori nyilván csak szerényebb terjedelmű és kezdetleges, gyakran gyerekes próbálkozás lehetett.

Pedig ez a két benyomás bizonyos szempontból mégis *egyoldalú és félrevezető*. Mert azt a tényt, hogy a tudomány haladása, fejlődése korántsem egyszerűen csak abból áll, hogy egyre több és több konkrét ismeret, tudás halmozódik föl, illusztrálhatja pl. a következő.

Nincs még 100 esztendeje sem annak, hogy a nagy fizikustól, *Rutherford*-tól megkérdezte egyik ismerőse: hogyan dolgozhat lelkesedéssel egy olyan területen, mint a fizika, ahol már aligha várható valami sok új eredmény? — Ebben az időben ti. sokan úgy gondolták, hogy a modern fizika olyan rengeteg tudást halmozott már föl, hogy ezen a téren nem is lehet már nagyon messze „minden emberi tudás teljessége” sem. — Ma, persze, már csak mosolyogni tudunk ezen a naiv elképzelésen. Mert ma úgy látjuk: olyan időpontban gondolkoztak így egyesek, amikor a fizika éppen új célok felé fordult, és amikor alig kezdődött még el az a folyamat, amely megnyitotta a fizika eddig csakugyan legcsodálatosabb fejlődésének új szakaszát.

Mert az, ami *Rutherford* pályakezdésének éveiben megindult, egyáltalán nem egyszerűen csak abból állt, hogy új ismeretek halmozódtak föl a már korábban meglevőkhöz. Éppen ellenkezőleg: az akkor kibontakozni kezdő újnak a jegyében hamarosan más megvilágításba került sok olyasmi, ami korábban magától értetődő ismeretnek számított. Az új tudomány több régebbi eredményt szinte „gyerekes elképzelésnek” minősített.

A tudomány fejlődése tehát nemcsak abból áll, hogy gyarapítják, továbbépítik, kiegészítik a már meglevőt. Ismer a tudomány története olyan forradalmi korszakokat is, amelyek lerombolják, szinte semmivé teszik a korábban sok fáradsággal, türelemmel fölépített konstrukciót, hogy lerakják valami újnak, többet ígérőnek az alapjait. Nem kétséges az sem, hogy éppen ezek a rombolástól sem visszariadó korszakok sokszor jelentősebbek a tudomány történetében, mint az ismeretanyag pusztán kumulatív továbbhalmozódásának békés szakaszai. — Ha erre gondolunk, mindjárt másképp értelmezzük az antik és modern tudomány összehasonlításából adódó első benyomásainkat.

De még ha nem is boncolgatjuk tovább ezt a tudományfilozófiai problémát, feltehetjük a kérdést: Hát csakugyan olyan „kezdetleges”, „gyerekes”-e az antik tudomány a maival összehasonlítva, mint amilyenek azt a bevezetőül említett idézet feltűntette?

Igazában az idézet csak arról tanúskodik, milyen keveset tudnak a klasszikus antikvitás tudományáról még azok is, akik hivatásuknál fogva e korszak történései vagy filológus szakemberei. Mert azok közül, akik valóban ismerik, ugyan ki merné „kezdetlegesnek” vagy „gyerekesnek” minősíteni olyan antik tudósoknak jöllehet csak töredékesen ránk maradt műveit, mint a szirakuzai *Arkhimédész*, a pergéi *Apollóniosz* vagy akár a náluk jóval későbbi *Papposz*? Miért ne lehetne összehasonlítani ezeknek a nagy ókori matematikusoknak az eredményeit az egész matematikatörténet óriásainak a művével — minden időbeli korlátozás nélkül? — Többé-kevésbé érvényes ez az antik asztronómia eredményeit összefoglaló *Ptolemaioszra* is. Csak a felületesen vulgariizáló tudománynépszerűsítés tekintheti pl. az antik geocentrikus csillagászati elméletet *primitívnek*.

*

Ez a kötet részletes, elmélyedő tudománytörténet helyett csak egy-egy antik tudományág vázlatos, pusztán *leíró* ismertetését tűzte ki céljául. Nem lehetett szó még arról sem, hogy valamiféle teljességre törekedjünk; nem tette ezt lehetővé sem a *terjedelem*, sem az itt összeállított tanulmányok *jellege*. Bizonyos, hogy sok minden nem jutott szóhoz ebben a munkában, amit éppen úgy joggal elvárhatott volna tőlünk az olvasó, mint bármi mást, amire sikerült kitérnünk. Kimaradt majdnem teljes egészében pl. az antik *technika*! — Mindössze arra törekedtünk csak, hogy olyan oldalról is bemutassunk valamit az antikvitásból — főleg a görögségből —, amiről az „ókortudomány” néven összefoglalható szakmák eddig ritkán vettek tudomást. Ha elég érdekesnek találja az olvasó összeállításunkat, máris elértük célunkat.

Tisztában vagyunk egyébként azzal is, hogy a könyv két része — az életelen és az élő természet antik tudományának bemutatása — jellegében is eltér egymástól. De egy bizonyos határon túl nem is törekedhattünk a két rész egységesítésére. Mert nyilvánvaló, hogy erősen különbözik

egymástól nemcsak a két szakterület, hanem nagyon eltérőek azok a források is — részben különböző időkből is származnak —, amelyekből egyrészt a matematikai, másrészt a nem matematikai jellegű tudományokra vonatkozó értesülésünket merítjük. Ezért úgy gondoljuk: a két rész különbsége önmagában is mond valami lényegeset az antik hagyomány eltérő jellegéről.

Minthogy a matematika *nem* természettudomány, elképzelhető lenne, hogy ne is foglalkozzunk vele ebben a kötetben, amely az ókori természettudomány — pontosabban e munka első felében az „élettelen természettel” foglalkozó antik kísérletekről próbál vázlatos áttekintést adni. Mégis meg kell említenünk legalább röviden — már itt, a munka elején — a matematikát, főként két okból.

Egyrészt azért, mert közismert, hogy milyen szoros a kapcsolat manapság a matematika és a legtöbb természettudomány között. Így volt ez — legalább részben — már az ókorban is. Éppen a legfejlettebb antik természettudományok, amelyek az újkor számára is rendkívül gazdag örökséget hagytak hátra — mint a csillagászat, a matematikai földrajz, és annak nagy része is, amit „ókori fizika” néven foglalhatunk össze —, egyszerűen meg se tudtak volna mozdulni a matematika nélkül. Minden lényeges eredményük egyszersmind a matematika eredménye is. — Ez az egyik oka annak, hogy röviden szólnunk kell itt az antik matematikáról.

De erre készlet egy másik meggondolás is. Az itt következő tanulmányok legfőbb célja az, hogy felhívják a figyelmet a görög–latin múltnak egy olyan örökségére, amelyről a közvélemény korábban gyakran megfeledkezett. A régi humán gimnázium — szemben a másik iskolatípussal, amelyik a gyakorlatot, a reáliákat jobban hangsúlyozta — nemcsak a klasszikus nyelvek tanítására összpontosította figyelmét, hanem ezzel egyidejűleg olyan szemléletet is kialakított, amely az antik kultúrát főként az *irodalom*, a *művészet*, a *filozófia* vagy a *történelem* (leginkább a *művelődéstörténet*) jegyében mutatta meg. Kevés szó esett arról, hogy a modern természettudományok és a matematika, sőt bizonyos fokig még a túlnyomóan gyakorlati jellegű *technika* is a klasszikus antikvitás öröksége. Elterjedt lassanként az a téves, de lépten-nyomon

szóhoz jutó felfogás, amely elhitette, hogy a humán érdeklődéssel természetszerűleg együtt jár a reáliák, a matematika és a természettudományok háttérbe szorulása vagy akár elhanyagolása. — Most viszont, amikor éppen arra szeretnénk rámutatni, milyen szoros szálak fűzik természettudományos gondolkodásunkat is a klasszikus ókorhoz, aligha volna helyes figyelmen kívül hagyni ebben az összefüggésben a matematikát pusztán csak azért, mert ez a szó igazi értelmében *nem természettudomány*.

Hiszen ugyanakkor mégis éppen ezen, a matematikán keresztül adta a klasszikus ókor a legtöbbet a modern természettudományoknak. Azonkívül, mint majd látni fogjuk, az egyes természettudományi diszciplínák — mind azok, amelyek az itt következő tanulmányokban szóhoz jutnak, mind pedig az olyanok, amelyekre itt csak távolabbról utalunk — az ókor óta sok mindenben megváltoztak; sőt ismer a mi korunk sok olyan új diszciplínát is, aminek régen nyoma sem volt még. De változatlanul megmaradt ma is lényegében annak, ami már az ókorban volt, a *matematika*. Nemcsak azért van ez így, mert a matematikának minden, már a régi görögök által bebizonyított tétele pontosan ugyanúgy érvényes ma is, mint ahogy az volt már évezredekkel ezelőtt — ezt így aligha lehetne elmondani akármelyik más tudományról.

Ez azonban még csak egyik oldala annak az állításunknak, hogy a matematika lényegében ugyanaz ma is, aminek már az ókoriak megteremtették. Ez az állítás ti. tágabb értelemben azt is jelenti, hogy a viszonylag szerény régebbi kezdeményekből óriásivá terebélyesedett modern matematikai tudomány ma is ugyanazokhoz az alapvető elvekhez igazodik, amelyek már *Euklidész* és *Arkhimédész** korában egyszer s mindenkorra megszabták ennek a diszciplínának az irányát. A matematika ma is gon-

* E kötet magyar szövege mind a két részben ez MTA helyesírási szabályaihoz igazodik. Kényesebb kérdés az *ókori latin és görög nevek átírása*. Aligha kifogásolható, ha megtartjuk az eredeti írásmódot a latin nevek esetében. Vannak még középiskoláink, amelyekben ifjúságunk egy része megismerkedik a latin nyelv elemeivel. Rájuk gondolva adhatjuk a latin neveket eredeti formájukban, tehát pl. *Lucretius Carus*, *Plinius*, *Cicero*, *Caesar* stb. — Görögül viszont nem tanít már a középiskola. Ezért vezette be az utóbbi évtizedek gyakorlata (műfordításokban, ismeretterjesztő munkákban) az ókori görög nevek *fonetikus* átírását, bár az Akadémia erre vonatkozóan nem intézkedett egyértelműen. Megszoktuk már, hogy *Aiszkhyloszt*, *Plutarkhoszt* és *Theophrasztozt* írjunk, és nem ezeknek a neveknek latinos formáit: *Aeschylus*, *Plutarchus*, *Theophrastus*. — Ezt a fonetikus átírást tettük magunkévá mi is. De előre is felhívjuk a figyelmet a következőkre;

dosan megválogatott premisszákból (definíciókból, posztulátumokból, axiómákból) vezeti le tételeit, mint egykor régen. A matematikai bizonyítás lényegében ma is ugyanaz, mint aminek ezt a görögök két és fél ezer évvel ezelőtt megteremtették. *Csak* a matematika különbözteti meg ma is szigorúan a *sejtést* és a véglegesen bebizonyított *tételt*. (Egyébként „bebizonyított tétel” sincs — úgy, ahogy ezt a matematikában értjük — egyetlen más tudományban sem.) És így sorolhatnánk föl még több olyan lényeges vonást, amely már a múltban éppen olyan alapvetően megkülönböztette ezt a tudományt a többitől, mint ma.

Mindenesetre érdemes lesz tehát röviden megemlékezni ebben az összefüggésben az antik matematikáról.

*

Mint ismeretes, a görögök a matematikát — és főként ennek részdiszciplínáját, a geometriát, amit ők leginkább műveltek — az egyiptomiaktól származtatták. Csakugyan, a *geometria* szó eredeti jelentése *földmérés*; erre pedig leginkább Egyiptomban volt szükség, ahol a Nílus áradásai után olyan sokszor újra meg újra föl kellett mérni a földet. Innen tanulták hát a görögök ezt a tudományt — mondja több antik forrásunk.

Valószínű, hogy volt Egyiptomban gyakorlati földmérés. Az sem vonható kétségbe, hogy a görögök sokat tanulhattak az egyiptomiaktól éppúgy, mint mindazoktól a népektől, amelyek a kulturális fejlődésben

1. Azt a görög hangot, amelyet a latinos átírás *ch*-val jelöl, *kh*-val írjuk, tehát pl. *Hészzychiosz*; latinos átírásban ez *Hesychius* lenne. De megtartjuk a *ch*-t a már magyarra lett, és a latinon keresztül átvett görög szavak esetében, pl. archeológia, archaikus, sőt a *techné* szóban is, hiszen ebből az utóbbiból van a „technika” szavunk.

2. Megtartjuk az *x* (= *ksz*) betűt,

3. Megtartjuk a *ph*-t, jóllehet ezt általában *f*-nek ejtjük, tehát pl. *Theophrasztoz* (= *Theofrasztosz*).

4. Megtartjuk az *y*-t, amelyet görög szavakban és nevekben *ū*-nek ejtünk.

Sajnos, az a kettősség, amely ily módon a görög és a latin nevek átírásában érvényesül, néha *látszólagos* vagy *valóságos* következtetlenségre vezet. Pl. az orvos neve: *Hippokratész*, de a tanításait összefoglaló írárok: *Corpus Hippocraticum*, minthogy az utóbbi latin megjelölés. Vagy *Simplicius* latin név ugyan, de mi *Szimplikioszt* írunk, minthogy a név viselője görög szerző. Néha egy-egy görög szerzőnek annyira csak a latinos neve közismert, hogy zárójelben ezt is fel kell tüntetnünk, pl. *Ailianosz* (= *Aelianus*).

megelőzték őket. Az előbbi származtatás azonban sántít — egyszerűen azért, mert a görög *geometria* már csak *nevében* „földmérés”; a valóságban olyan *absztrakt tudomány* ez, amelyhez hasonlót más, a görögségnél régebbi kultúrákból eddig nem sikerült kimutatni. Az tehát, amit elődeik az egyiptomiaktól átvettek — ha igaz az idézett híradás —, még semmi esetre sem lehetett a görögök geometriája.

A legrégebb görög matematikus állítólag a milétoszi *Thalész* volt az i. e. 6. században. A hagyomány több, *szögekkel* kapcsolatos tétel fölismerését tulajdonítja neki. A „szög” fogalma — amint ezt a görög név, *gónia* = „szöglet”, „belső sarok valamely épületben”, elárulja — az építészetből származik. *Thalész* azonban aligha az épületek szögleit mérte. Valószínűbb, hogy a csillagászatban volt erre a fogalomra szüksége.

Alig pár évtizeddel *Thalész* után *Pythagorasz* és tanítványai a *matematikát* a *zenével* és a *csillagászzal* együtt művelték. Náluk lett az eredetileg csak „tanulmányokat” jelentő *matematika* szó közelebbről az *aritmetika* és *geometria* tanulmányozása. A pythagoreusok építették ki az első *arányelméletet* a zenei harmóniákkal kapcsolatban. És ők, akik *mindenben a számot keresték*, úgy látszik, rájöttek arra is, hogy mégsem fejezhető ki minden egész vagy törtszámokkal; így fedezték fel az ún. *matematikai irracionálitást*. Alighanem éppen ez készítette elő a matematika átalakulását *deduktív tudománnyá*.

A matematika ti. eredetileg éppen olyan induktív úton megszerzett empirikus ismeret, mint minden emberi tudás. Idővel azonban rájöttek arra, hogy a matematika tételei visszavezethetők véges számú, rendkívül egyszerűnek látszó tételre. Ezek az utóbbiak a matematika *princípiumai*. E felfedezés során kezdtek kísérletezni azzal, hogy *minden* tételt princípiumokból vezessenek le. Így lett ennek a diszciplínának alapvető követelménye, hogy a matematikában nem elég valamit a tapasztalatból tudni, a tételt mindig be is kell bizonyítani. Amíg nincs bebizonyítva egy matematikai állítás, akárhányszor tapasztaltuk is, hogy igaz, csak *sejtés* az, még nem *tétel*.

Mai tudásunk szerint ez a döntő jellegű átalakulás az i. e. 5. században az eleai filozófia (*Parmenidész*, *Zénón*) hatására ment végbe. Mindenestre már az 5. század második felében az egyik szofista — és egyben híres matematikus —, a khioszi *Hippokratész* megpróbálta összeállítani — nyilván éppen ennek az átalakulásnak a jegyében, hiszen enélkül az ilyesmi még csak eszébe sem juthat senkinek — a *matematika elemeit*. Ugyanakkor már az 5. században foglalkoztatta a görögöket *három*

olyan híres probléma, ami mind a mai napig elgondolkoztatja azokat, akiknek szívügye a matematika: a *kocka megduplázása*, a *kör négyszögesítése* és a *szögharmadolás*.

A 4. században nagy hatással volt a matematika *Platón* filozófiai iskolájára, és megfordítva: ez a filozófia sem maradt hatás nélkül a matematikára. Ettől kezdve a görög matematikusok egy évezreden át kivétel nélkül mind a platóni filozófia hívei voltak. (Sokkal kevésbé érvényesült a matematikában *Arisztotelész* filozófiai hatása.)

I. e. 300 körül állította össze Alexandriában *Euklidész* a geometria *Elemeit* 13 könyvben. Ez lett nemcsak a görög matematika kanonizálása, hanem egyszersmind a világirodalom egyik legtöbbet használt műve is. A középiskolában tanított matematikának nagy része még ma is végső soron *Euklidész Elemeiből* származik.

Az i. e. 3. század nagy görög matematikusai közül ki kell emelnünk legalább háromnak a nevét. A *pergái Apollóniosz** a kúpszeletek (ellipszis, parabola, hiperbola) elméletének ókori megalapozója volt. Az Alexandriában működő, rendkívül sokoldalú *Eratoszthenész* a matematikában, különösen mint a „matematikai földrajz” egyik nagy képviselője — sőt, egyesek szerint mint ennek a diszciplínának a megalapítója — lett híressé. Egyébként *Eratoszthenész* nevét a matematikában főként az „*Eratoszthenész szítája*” nevű módszer őrzi. Ő ajánlotta ezt az eljárást a prímsszámok kiválogatására. — Végül pedig a harmadik, a legnagyobb és leghíresebb ókori matematikus: a szirakuzai *Arkhimédész*, akinek a nevével ebben a kötetben más összefüggésben is találkozunk még. Mint matematikus egyaránt művelte mind az elvont, a tiszta, mind pedig az alkalmazott tudományt. Mind a két területen kivívta évezredek csodálatát. Sok egyéb között elmondható róla az is: ő volt az újkori *infinitezimális számítás* (differenciál-integrál, *Newton* és *Leibniz*) nagy ókori előfutára.

Ókori alkalmazott matematika volt nagyrészt az *asztronómia* is. Ennek három legnagyobb képviselője: *Hipparkhosz*, *Menelaosz* és *Klaudiosz Ptolemaiosz*. Az ő nevükhöz szokták kapcsolni az ókori matematikának azt a fejezetét, amelyből később az arabok a *trigonometriát*

* Minthogy az ókori irodalom- és művelődéstörténet több Apollónioszt tart számon, a 3. századi nagy matematikust szülővárosáról „pergái Apollóniosz” néven szokták emlegetni. Pergé város Pamphyliában, Kisázsiaiban.

(a háromszögtant) és a *szférikus trigonometriát* (a gömbháromszögtant) építették ki.

A későbbi ókor, azaz időszámításunk első 4–5 századának matematikájából különösen kiemelkedik a *matematikai kommentárirodalom* (Papposz, az alexandriai Theón és leánya, Hypatia, valamint az Euklidészt magyarázó Proklosz). Ezek nélkül nemcsak hogy jóval kevesebbet tudnánk, de sok mindent nem is értenénk az ókornak ebből a legragyogóbb tudományából, a matematikából.

Végezetül utaljunk itt röviden arra is, mi az oka annak, hogy az ókor matematikája minden nagyszerű eredménye ellenére mégiscsak *mögötte marad* a belőle kifejlődött későbbi matematikának? — Főként három dologra lehetne itt emlékeztetni.

1. Az ókori matematika, összehasonlítva a későbbivel, még éppen csak hogy elindult az *absztrakció* útján. De nem ismertek a régiek számos olyan fogalmat, amelyet később egyre nagyobb fokú absztrakcióval teremtettek meg, pl.: *negatív szám, imaginárius, komplex szám, negatív hatvány, logaritmus* stb.

2. Nemcsak hogy *pozicionális számjelölésük* nem volt (legalábbis a görögöknek), ami nagyban megkönnyíti a matematikai műveleteket, de nem ismerték még a legegyszerűbb *szimbólumokat* sem, pl.: $+$, $-$, $\times$, $=$, $>$, $<$, hatvány- és gyökjel stb. Ezért az ókori matematikusnak mindenre a körülményes köznapi nyelvet kellett használnia.

3. Szimbólumok hiányában nem tudtak kellőképpen *formalizálni* sem. Ezért az antik matematikai gondolatmenet mindig azt a benyomást teszi ránk, mintha jóval nehezebb, bonyolultabb, áttekinthetlenebb volna a miénknél.

A meglepő csak az, hogy mégis úgy látjuk: minél tovább fejlődött az újkorban* a matematika, annál inkább megközelíteni látszott azokat az ideálokat, amelyeket mintha még az ókori matematikusok tűztek volna ki.

* Ne értsük félre ezt a terminust: „újkor”. Az adott összefüggésben ez nem jelenti a *jelenkort* is; inkább azt a korszakot jelöli, amelynek utolsó fejezetét esetleg H. Poincaré (1854–1912) nevével jelölhetnénk.

III. CSILLAGÁSZAT

1. Az antik asztronómia áttekintése

Mielőtt szemügyre vennénk az ókori csillagászat egy-egy részletkérdését, érdemes lesz röviden áttekintenünk az antik asztronómia egészét.

Az égitestek és mozgásuk már nagyon régen érdeklik az embert. A hajózás, a földművelés és általában az időszámítás szempontjai voltak ezen a téren kezdettől fogva irányadók. Sok csillagászati megfigyelés régi egyiptomi vagy babiloni eredetű. Már ezeknek a régi kultúráknak a nap-tárai számon tartottak több fontos csillagászati ciklust.

A görögök nagy érdeme ezen a téren mindenekelőtt az, hogy geometriai rendszert teremtettek az égitestek mozgásának a leírására. Az első korszakot *Thalész*től *Platónig* bezárólag — vagyis az i. e. 6., 5. századot, és tán még a 4. század első felét is — túlnyomóan a *spekulatív kozmológia* jellemzi. Mégis a hagyomány már ennek a régi kornak a javára ír több egyszerű, de lényeges csillagászati fölismerést; pl. azt, hogy a Föld gömb alakú; a Hold a Naptól nyeri fényét; a nap- és holdfogyatkozások magyarázatát; továbbá azt, hogy az egész égbolt egy olyan *tengely* körül látszik forogni, amely nagyjából az északi sarkcsillag felé mutat. Ha pedig a Földet a Világegyetem közepén *álló gömbnek* gondoljuk — márpedig, ha *csak* az állócsillagokat vesszük figyelembe, és főként ezeknek óriási távolságát tőlünk, akkor a geocentrikus elképzelés nem is különbözik lényegesen a heliocentrizmustól —, a világ tengelye egyszersmind a Föld tengelye is; a Nap Föld körüli (látszólagos) pályájának a tengelye egyfelől, és a föld- vagy világtengely másfelől egy bizonyos szöget zárnak be, azaz, mint mondani szokták: az *ekliptika ferde*. És így sorolhatnánk föl még több, a további fejlődés szempontjából alapvető fölismerést, ami mind a görög asztronómiának ebből a korai szakaszából származik.

Több olyan fogalmat is teremtett már ez a korai görög tudomány, amely változatlanul él tovább ma is. Szinte azt mondhatnánk: ezek a fogalmak *túléltek* a geocentrizmus bukását. Mert bár a geocentrikus világ-

nézet teremtette meg ezeket, ma is ugyanúgy használjuk őket, mintha mi is a Földet képelnénk a Világegyetem középpontjába. Ilyen fogalmak pl.: *horizont, napfordulókörök, trópusok, Egyenlítő. Ráktérítő, Baktérítő* stb.

Úgy látszik, éppen *Platón* (i. e. 427 – 347) korában kezdődött el a csillagászat nagyarányú fejlődése. *Platón* tűzte a csillagászok elé azt a feladatot, amelyet nagyjából így fogalmazhatnánk meg: olyan rendszert kell találniok, amely kimutatja, hogy az égitestek – különösen a *bolygók*, görög eredetű nevükön: a *planéták* – látszólag szabálytalan mozgása valójában nagyon is szigorú és mindig változatlan törvényeknek engedelmeskedik. *Eudoxosz* (i. e. 408 – 355), *Platón* fiatalabb kortársa ezt a feladatot koncentrikus gömbökkel igyekezett megoldani. E szerint az elképzelés szerint a Nap, a Hold és a bolygók egy-egy olyan különböző sugarú és különböző szögsebességgel forgó gömb felületén helyezkednének el, amelyeknek közös középpontja a Föld volna. A koncentrikus köröknek ezt a rendszerét fejlesztette tovább még a 4. században *Kallipposz*, és ehhez csatlakozott – némi módosítással – *Arisztotelész* (i. e. 384 – 322).

A koncentrikus gömbök elmélete módosult később mint az *epiciklusok* és az *excentrikus körök* elgondolása. (Az *epiciklus* görbe olyan körmozgás eredménye, amelynek középpontja maga is mozog egy másik, nagyobb kör kerületén. *Excentrikusak* pedig az olyan körök, amelyeknek *nem* közös a középpontjuk, bár területeik majdnem egybeesnek.) Ennek az utóbbi fejlődésnek három legjelentősebb képviselője volt a *pergái Apollóniosz* az i. e. 3. században, a nikaiai *Hipparkhosz* az i. e. 2. században, majd pedig az antik csillagászat nagy összefoglalója, *Ptolemaiosz* az i. sz. 2. században.

De volt az antik tudomány fejlődésének – az említett nagy rendszerek kibontakozásával párhuzamosan – egy másik vonala is. Az az elmélet ti., hogy a nappal és az éjszaka váltakozása *nem* az égbolt elfordulásának, hanem a *Föld tengely körüli forgásának* a következménye, fölmerült már a pontuszi *Hérakleidész*nél, *Platón* egyik tanítványánál az i. e. 4. században. Nem bizonyos, de valószínű, hogy *Hérakleidész* már azt is tanította: két bolygó, a *Vénusz* (görögül: *Aphrodité*) és a *Merkur* (görögül: *Hermész*) nem a Föld, hanem a *Nap körül kering*. – Ez az elgondolás már egy lépés lehetett a heliocentrizmus felé.

Ennek az utóbbi elméletnek legjelentősebb képviselője az ókorban a szamoszi *Arisztarkhosz* volt az i. e. 3. században. Ő ti. azt tanította, hogy a Nap áll az egész bolygórendszer középpontjában. Bár sajnos, ennek az „antik Kopernikusznak” nem maradt fenn az a munkája, amely-

ben ezt az elgondolását kifejti — éppen csak tudunk az ókori irodalomból elméletéről. De mindenesetre figyelemre méltó, hogy az antik heliocentrizmust *hamarabb* kidolgozta valaki, mint a leghíresebb ránk maradt ókori asztronómiai elméletet, a geocentrizmust. *Arisztarkhosz* ugyanis egy évszázaddal korábban élt, mint a már előbb is említett *Hipparkhosz*, a geocentrikus elmélet legnagyobb ókori képviselője, akinek rendszere a jóval későbbi *Ptolemaiosz* (i. sz. 2. század) kidolgozásában maradt ránk.

Hipparkhosz egyébként már olyan pontos csillagászati megfigyeléseket végzett, hogy — összehasonlítva saját adatait régebbi följegyzésekkel — rájött a *precessió* jelenségére. [A *precessió* azt jelenti, hogy a tavaszpont minden évben nyugatabbra tolódik az állatövön, a zódiakuson belül; 72 év alatt ez az eltolódás egy teljes fokot (1°) tesz ki; 2100 év alatt a tavaszpont már az állatövnek egy másik jegybe kerül át. 26 000 év — egy ún. *platóni év*, vagy *nagy év* — alatt már egy teljes kört ír le a tavaszpont. — Ennek a következménye az is, hogy a Világegyetem pólusa — az a pont, amelyben a Föld képzeletbeli tengelyének meghosszabbítása „eléri” az égboltot — *változik*, azaz 26 000 év alatt körbejárja az ekliptika pólusát.]

A geometriát és a trigonometriát kezdeti formáját (az ún. hűrtáblázatot) először a görögök alkalmazták nemcsak az ún. hellenisztikus korban, hanem már ezt megelőzően is a Föld nagyságának, a Nap és a Hold távolságának, valamint nagyságuknak a kiszámítására. Ugyanakkor az asztronómia fejlődésével párhuzamosan bontakozott ki náluk a *matematikai földrajz*.

Érdemes kiemelni még, hogy — úgy látszik — a görög asztronómia kibontakozása visszahatott a babiloni tudományra is. Bár ma még nem látjuk tisztán, hogyan érvényesült a babiloni csillagászatban a görög geometria, és megfordítva: nem kerültek-e a görögök is a babiloni asztronómia *aritmetikai-numerikus* módszereinek a hatása alá, és ha igen, mennyiben. (Az ti., ami a görög asztronómiát kezdettől fogva *alapvetően* megkülönbözteti a régebbi, keleti asztronómiától: a *geometriai módszer*.)

2. A Föld és a kozmosz. Kleomédész

Az ókori asztronómia általános színvonalára legjellemzőbb talán a *Kleomédész* neve alatt több kéziratban fennmaradt kis munka két könyve. Arról ugyan egyáltalán nem lehet szó, hogy ezt a népszerű kis értekezést — amelynek a modern kiadó az *Égitestek körmozgása* latin címet

adta* — *Ptolemaiosz* vagy valamelyik jelentősebb ókori asztronómus műve mellé állítsuk. *Kleomédész* munkája *nem* volt igazi tudomány már az ókorban sem. Inkább iskolakönyv, kompiláció, hasznos tudnivalók gyűjteménye ez olyanok számára, akik éppen most kezdenek el foglalkozni csillagászzal. Vagy mondjuk talán: mi az, amit a csillagokról, a Földről és a leggyakrabban emlegetett égitestekről „minden művelt embernek” tudnia kell. Éppen ez az általános jellege, nem túlságosan magas tudományos színvonala, de közérthetősége tette *Kleomédészt* már az ókorban közkedveletté. Művét szélteben-hosszában használták az iskolákban, és újra meg újra leírták. Ezért maradt fenn olyan sok kéziratban. A humanisták is, alig ébredt újjá Európában az érdeklődés az antik görög kultúra iránt, siettek kiadni *Kleomédészt*.

Valójában sejtelmünk sincs róla, ki lehetett ez az ember. A munkán kívül a szerzőről egyetlen adat sem maradt fenn, még csak a nevét sem említik sehol ókori források. Hogy mikor élehetett, azt is csak az írásából próbáljuk kiolvasni. Mindenesetre az apameiai *Poszeidóniosz* után, aki i. e. 135 és 51 közé datálható. *Kleomédész* ugyanis elég gyakran emlegeti *Poszeidónioszt*, hivatkozik rá, és csak ritkán tér el a felfogása attól, amit — úgy látszik — *Poszeidóniosz* tanított. Éppen ezek a *Poszeidónioszra* tett utalások adtak alkalmat a filológusoknak arra, hogy részben *Kleomédész* alapján próbálják meg rekonstruálni *Poszeidóniosznak*, ennek az *Arisztotelész* óta talán legjelentősebb nagy rendszerező filozófusnak a tanításait.

Poszeidóniosz tehát az ún. *terminus post quem*, ha *Kleomédészt* datáljuk. Nehezebb arra a kérdésre felelni, mi lehetne az *alsó* időbeli határ? Azaz: melyik az az időpont, amelyik *elé* kell tennünk a szóban forgó iskolakönyvet? — Régebben megpróbáltak arra hivatkozni, hogy e munkában sehol sem mutatható ki a *keresztény gondolkodás* hatása. Vagyis ennek az írásnak olyan időben kellett létrejönnie, amikor *még nem* terjedt el a kereszténység. Ez, persze elég bizonytalan időbeli határ! — Mások megpróbáltak a szerző nyelvhasználatában találni olyan nyomokat, amelyek a császárkorra, közelebből a 2. vagy 3. századra vallanának. — Ma inkább a felé a datálás felé hajlunk, amely azt emeli ki, hogy *Kleomédészből* nem mutatható ki a 2. századi *Ptolemaiosz* ismerete. Ezért

* Mai korszerű szövegkiadás a Teubner-sorozatban: H. Ziegler, Cleomedes, De motu circulari corporum caelestium. Lipsiae 1891. Az eredeti görög cím: *Kykliké theória meteórón* (Az égitestek körelmélete).

némi valószínűséggel talán *Poszeidóniosz* után, de még *Ptolemaiosz* előtt élhetett *Kleomédész*, azaz nagyjából időszámításunk 1. századára datálható.

A mű maga elemi csillagászati ismereteket ad elő – filozófiai spekulációval átitatva, és nem túlságosan jól átgondolt rendben. Főként a bolygókkal foglalkozik, az állócsillagokat csak érinti. Aszerint, hogy mi köti le a figyelmét, hol részletesebb a kelletnél, hol meg szűkszavú. A holdfogyatkozásokat pl. tervszerűen tárgyalja, de már a napfogyatkozásokra nem sok szót veszteget. Mélyebb asztronómiai képzettsége nincs; az igazán komoly, a *Hipparkhosz* utáni „korszerű” tudományos irodalmat aligha ismeri. Sőt, a geometriától, matematikától és egyáltalán a számoktól – ha nem egészen hétköznapi dolgokról van szó – szinte irtózik. Előfordulnak nála észre nem vett ellentmondások, itt-ott tévedések. Néha körülményesen bizonyít nyilvánvaló dolgokat, máskor meg gyerekesen érvel. A munka végén azonban őszintén elmondja, hogy nem a saját véleményét adta elő, inkább csak kompilált...

Mégis érdemes lesz kiemelni munkájából néhány gondolatot. Mi az, ami a tudományból ekkor már közkinccsé lett?

Az első kérdés, ami hosszasan foglalkoztatja: Mi a világmindenség, a *kozmosz*? Az iskolás válasz erre: az Ég, a Föld, és mindazok, amik bennük vannak... Majd, miután kifejtette, hogy a kozmosz *nem végtelen*, hanem véges, áttér a másik filozófiai kérdésre: Van-e *űr*, *vákuum*? – A válasz nagyon határozottan igenlő ugyan, de az érvelés, amivel ezt alátámasztja, már korántsem egyértelműen világos. Ő ugyanis a kozmoszt az „*űrbe*” helyezi, mint valami tartó edénybe. Miben is lehetne, ha nem éppen abban, amiben helyet talált magának? – kérdezi. A példa azonban, amellyel ezt illusztrálni igyekszik, szinte jobban elgondolkoztat, mint amennyire ezt az egyértelműen igenlő válasz kívánatossá tenné. Azt állítja ugyanis, hogy a kozmosz úgy foglal helyet az *űrben*, mint a vízbe helyezett súlyos, szilárd test: kiszorítja, szinte félretaszítja útjából a vizet. De ha kivesszük a vízből a testet, újra összecsap a folyadék, ismét elfoglalja azt a helyet, amelyet az előbb átengedett a belébocsátott testnek. – Vajon az „*űr*” is így zsugorodnék össze, ha ki lehetne emelni belőle a kozmoszt? – kérdezi magában az olvasó, anélkül hogy erre választ is kapna *Kleomédész*től.

Szerencsére azonban hamarosan áttér a szerző erről a filozófiai kérdésről az asztronómia egyszerűbb, konkrét ismeretanyagára. Mindenekelőtt az Ég öt övéről, *zónájáról* beszél. Kezdi az Egyenlítővel – vagy

mint a görög terminus pontosabban mondja, a „napegyenlőségi körrel” (*iszémerinosz kyklosz*). A Föld minden pontjáról ezen a körön látjuk a Nap pályáját az év két napján: nagyjából március 21-én és szeptember 23-án. E két alkalommal a Nap pontosan egy félkört tesz meg a horizont fölött, és egy másik félkört a horizont alatt: 12 óra a nappal és 12 óra az éjszaka. — Tulajdonképpen itt kellene beszélnie *Kleomédész*nek a földgömböt két egyenlő félre osztó földi Egyenlítőről is, amely vetülete az Ég Egyenlítőjének. Annak, aki a földi Egyenlítőn áll, délben pontosan a feje fölött (a *zeniten*) áll a Nap, semmi árnyékot nem vet. Itt mondhatná el *Kleomédész*, hogy a földi Egyenlítőn a nappal és az éjszaka időtartama mindig változatlanul ugyanaz. Ő azonban — kissé szeszélyes anyagbeosztással — az égi körök földi vetületeiről majd csak egy pár fejezettel odább, akkor beszél, amikor visszatér a *klímák* kérdésére.

Kelet–nyugati irányban az Egyenlítő az Ég legnagyobb köre. Majd sorra veszi iskolakönyvünk az Egyenlítővel párhuzamos, egyre kisebbedő köröket. Északra és délre az Egyenlítőtől van két párhuzamos kör: a *napfordulók köre*. Görögül a *fordulat* neve *troposz*; ezért a két *napfordulókör*, az ún. *tropikus kör*. Megmagyarázza *Kleomédész* azt is — bár nem ezen a helyen —, mit értsünk *napfordulókon*. A Földnek arról a pontjáról szemlélve, ahol mi élünk — tehát: az északi féltekéről — a Nap csak kétszer egy évben (az őszi és tavaszpont napján) teszi meg útját az Egyenlítő síkjában. Egyébként azonban mindig az Egyenlítő fölött vagy északabbra, vagy délebbre jár. Minél jobban közeledik a nyár, annál északabbra esik a Nap pályájának egynapi, az Egyenlítővel párhuzamos köre. Legészakabbra a Nap június 21-én jut. Ez azt jelenti, hogy — ehhez az időponthoz, június 21-hez közeledve — a Föld minél északibb pontjáról szemléljük a Napot, annál *nagyobb, mint félkör* a nappályának a horizont fölötti része. — De június 21 után nem jut már a Nap északabbra: elérte a *nyári napforduló körét*. Ettől kezdve már mindennap egyre inkább dél felé távolodik pályája. Újra eléri az Egyenlítőt szeptember 23-án. Ez után a dátum után meg — az északi féltekéről szemlélve — mindennap egyre kisebb már a nappályának a horizont fölé eső része: rövidülnek a nappalok és hosszabbodnak az éjszakák. Így tart ez december 21-ig. Ekkor jut a Nap legdélebbre, túl az Egyenlítőn; december 21 az a dátum, amikor eléri a Nap a *téli napforduló* párhuzamos körét.

Arról nem beszél *Kleomédész*: Milyen messze van egymástól a két tropikus kör. Olyan legrégebb antik számítás szerint ti., amelyet már

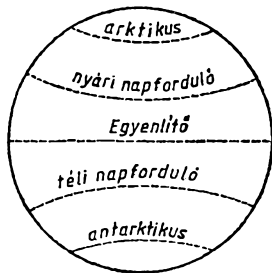
az i. e. 5. században ismertek, e két kör az Egyenlítőtől északra és délre 24–24°-ra húzódik; később – még az ókorban – pontosabbá is tették ezt az adatot; ma ezt nagyjából 23°27'-nek vesszük. — *Kleomédész* megelégszik annyival, hogy a két napforduló – középen az Egyenlítő körével – a 3. zóna határa. Ő ti. a zónák számozását északon, az ún. *arktikus övvel* kezdi. Olyan kör ez az 1. zóna, amelynek középpontja (nagyjából!) az északi sarkcsillag, és amelyen belül a csillagok – a mi lakóhelyünkről – „mindig láthatók”, azaz sohasem nyugszanak le, egész 24 órás pályájukat a horizont fölött, a sarkcsillag körül teszik meg.

Az északival, az arktikussal szemben, lent a Déli-sark körül fekszik az 5., az *antarktikus zóna*. Ennek a csillagait viszont a mi földrészünkről sohasem látjuk. — Értelem szerint tulajdonképpen itt kellene a szerzőnek elmondania azt is, amire ismét csak egy későbbi fejezetben tér ki: ha valaki a földi Egyenlítőn nézi éjszaka a csillagos eget, akkor egyrészt a horizont két átellenes pontján látja az Északi- és a Déli-sark csillagait, másrészt pedig nincs olyan csillag, amelyet innen soha ne látna, de olyan se, amely mindig látható volna: az Egyenlítőről szemlélve minden csillag éjszakánként fölkel és lenyugszik.

Ha pedig elindulna valaki az Egyenlítőtől észak felé — írja tovább *Kleomédész* —, egymás után tűnnének el szeme elől a Déli-sark csillagai, az Északi-sark csillagai pedig egyre magasabbra emelkednének az égen. Mire fölérne az Északi-sarkra, pont az ellenkezőjére változnék az a helyzet, amelyet az Egyenlítőn tapasztalt; mert ott csak olyan csillagot láthatott, amely fölkel és lenyugodott éjszakánként; ott nem volt ún. „állandóan látható kör”. Az Északi-sarkon viszont az ott látható csillagok közül egyik sem kel föl és egyik sem nyugszik le, azaz nem tűnik el a horizont alatt, hanem körben jár mind. Ott fönna a sarkon az egész égbolt ún. „állandóan látható kör”. — Ezt persze — mind az Egyenlítőről, mind az Északi-sarkról — csak elméletből tudja ilyen jól szerzőnk.

Megjegyzí még, hogy az Ég ún. „legnagyobb köre” kelet—nyugati irányban az Egyenlítő, a két legkisebb pedig a sarkok körül van. A sarkokat összekötő képzeletbeli egyenes a Föld tengelye; ennek meghosszabbítása pedig a világtengely, amely az északi féltekén (nagyjából) a sarkcsillag felé látszik mutatni. Egyébként a *horizont* is ún. legnagyobb kör, csak hogy ennek a síkja az Egyenlítőnek kelet—nyugati irányú síkjával bármilyen hajlásszöget bezárhat — aszerint, hogy milyen földrajzi helyen áll a szemlélő.

Az övek beosztásában *Kleomédész* az északi féltekére teszi a 2.-at, az arktikus kör és a nyári napforduló köre közé. Ennek felel meg az átellenes, a déli féltekén a 4. zóna, amelynek határa felülről a téli napforduló, lent pedig az antarktikus kör. — Legszélesebb, persze, a 3. zóna, a két tropikus kör közé eső öv az Egyenlítő két oldalán; ez a *forró égöv*. Felette a 2., és alatta a 4. a két *mérsékelt égöv*. A forró égöv lakhatóságát régebben sokan kétségbe vonták. De később oda módosult ez az elképzelés, hogy legfeljebb a földi Egyenlítő közvetlen környéke lakhatatlan a nagy meleg miatt. Mert hiszen a „forró égöv” már Egyiptom déli részén *Szyénével* (a mai *Asszuámmal*) elkezdődik; ezen halad át a nyári napforduló köre — görög számítás szerint a 24° szélességi kör; ettől délre *Aethiopia* már a forró égövbe esik; Aethiópiáról pedig nagyon régen tudták már a görögök, hogy ez lakott vidék.



Más kérdés volt az, hogy élnek-e emberek a déli féltekén, pontosabban azon a zónán, amely *Kleomédész*nél a 4., és amelyről az elmélet alapján tudták, hogy ennek az éghajlata többé-kevésbé olyan kell legyen, mint amilyen az északi féltekén a *lakott vidék* (az „*oikoumené*”) klímája. Erről a 4. számú zónáról ugyanis az ókori közvélemény nem sokat tudott. — *Kleomédész* azonban — ahelyett, hogy a kérdést mint konkrétumot tenné föl, — egy másik, számára érdekesebb „elvi felosztást” fejteget. Azt vizsgálja ugyanis: hogyan viszonyulhatnak egymáshoz a Föld különböző pontjain esetleg csakugyan élő emberek az *időszámítás szempontjából*?

Vegyük pl. elsőnek azokat, akik az előbbi földgömbvázlat szerint a 2. és a 4. zónának a szemlélő felé eső részén élnek. Ezek egymásnak „átellenesei” (*antoikoszok*) — a szónak abban az értelmében, hogy bár ezeknél ugyanakkor van nappal és ugyanakkor éjszaka, de *nem* így

viszonyulnak ezek egymáshoz az *évszakok* szempontjából. Mert amikor a Nap az északi félteke fölött a nyári napforduló köre felé közeledik, akkor a 2. zónában *hosszabbodnak a nappalok* (nyár eleje); lent a 4. zónában, a déli féltekén éppen megfordítva, ekkor *rövidülnek a nappalok* (tél eleje). — Ha meg azokat nézzük, akik a 2. zóna felénk eső oldalán, és azokat, akik ugyanennek a túlsó oldalán élnek, rögtön belátjuk, hogy ezek más értelemben „átellenesei egymásnak”; ezeket úgy írja körül szövegünk, mint akik „vállukkal átellenesek” (*antómoi*). Az egyiknél nappal van akkor, amikor a másiknál éjszaka. Ami az évszakokat illeti, ezek megegyeznek egymással, de a különbség közöttük az, hogy az egyiknél 12 órával később kezdődik el az a nap, amely a másiknál ugyanannyi idővel korábban volt. — Vannak aztán olyanok is, akik „ellenlábasai” egymásnak (*antipodesz*). Ilyenek egymáshoz viszonyítva azok, akik pl. egyrészt a földgömbnek a szemlélő felé forduló oldalán a 2. zónában élnek, másrészt pedig a túlsó, a nem látható oldalon, lent a 4. zónában. Ezeknek ti. éppen a talpuk fordul szembe egymással, és ezeknél tél — nyár, tavasz — ősz, nappal és éjszaka egymáshoz viszonyítva mind *fordítva* következnek be. — Érdekes, hogy az *ellenlábások* kérdése — vannak-e egyáltalán ilyenek, vagy csak a „mesefantázia” találta ki őket? — milyen éles vitákra adott alkalmat később, a középkorban. *Kleomédész* viszont egyáltalán nem ütközött meg ezen a gondolaton.

Természetesen tud *Kleomédész* azokról a legnagyobb, ún. hosszúsági körökről is, amelyek a földgömb két sarkán haladnak át. Görögből fordított latinos szóval *meridián* (délkör) ezeknek a neve. A Föld bármely pontján ugyanis akkor van dél, amikor a Nap eléri a helyi meridiánt. Más szóval: minden helynek meridiánja az a képzeletbeli legnagyobb kör, amely a Föld (és egyszersmind: a kozmosz) két sarkpontján, s ugyanakkor a hely delelési pontján megy keresztül. Nagy szerepet játszott a meridián az ókor napi időszámításában azért is, mert ezt volt a legkönnyebb rögzíteni — helyben és időben egyaránt. Helyileg megmutatta a meridiánt a napi legrövidebb árnyék észak — déli iránya. Időben pedig (a mi számításunk szerint: *dél*) ez volt mindig a napkeltétől számított *hatodik óra* vége. A második nappali „hat óra” ettől az időponttól napnyugtáig tartott. Az ókorban ti. a nappalt és az éjszakát mindig 12 — 12 órára osztották, de évszakonként változott a nappali és az éjszakai órák időtartama. Ezek voltak az évszakokhoz igazodó órák, görögül: *hórai kairikai*. Persze, ismerte az antik tudomány a mi változatlan idő-

tartamú óráinkat is; ezek az utóbbiak voltak a „napéjgyenlőségi órák” = *hórai iszémérinai*.

Áttérve az égitestek mozgására, *Kleomédész* előbb az állócsillagok és a bolygók (*planéták*) különbségére hívja fel a figyelmet. Az állócsillagok nem változtatják egymáshoz viszonyított helyzetüket, csak az égbolt egészével együtt látszanak elmozdulni, a világtengely körül végezve egy teljes körfordulatot 24 óra alatt. Ezekkel nem sokat foglalkozik szerzőnk; csak annyit jegyez meg velük kapcsolatban, hogy az állócsillagok száma „végtelen”.

A bolygók mozgását az úszó hajón sétáló hajóssal, vagy a forgó fazekaskorongon mászkáló hangyák mozgásával hasonlítja össze. Bolygó szerinte 7 van; ezekhez számítja a Napot és a Holdat is. Figyelemre méltó az a megjegyzése: *lehet, hogy több planéta is van még, csak nem tudunk róluk*.

Elmondja, hogy az égitestek közül a Hold van legközelebb a Földhöz, meg hogy a *Vénusz* (az *Aphrodité*) bolygó két formában is látható: vagy mint „esti csillag” (*Hesperosz*) közvetlenül napnyugta után, vagy mint „hajnalcsillag” (*Phószphorosz*, latinul: *Lucifer*) napfölkelte előtt. Volt idő ti. — jóval a klasszikus kor előtt —, amikor ennek a kettőnek az azonosságával nem voltak tisztában. Mindenesetre a császárkorban ezt már egy iskoláskönyv is regisztrálja; „új felfedezés” ez évszázadokkal korábban volt.

Fölsorol azonban *Kleomédész* a bolygókkal kapcsolatban több olyan adatot is, ami a *nem szakemberek* körében még ma sem lett közkinccsé. De mielőtt erre példát említenénk, el kell itt mondanunk valamit arról: hogyan értjük *ma Kleomédészt*, és hogyan értették őt ókori olvasói.

Ha pl. azt olvassuk *Kleomédésznél*, hogy a Napnak egy év a periódusa, akkor mi ezt manapság a heliocentrizmus jegyében úgy értjük, hogy a *Föld* Nap körüli pályáját megközelítően $365\frac{1}{4}$ nap alatt teszi meg. Az ókori olvasó viszont ezt a megállapítást arra értette, amit közvetlenül látott, vagyis: éppen egy év kell ahhoz, hogy a Nap valamely Földhöz viszonyított helyzetéből visszakerüljön ugyanabba a helyzetbe. Pl. úgy látjuk, ha a Föld valamely meghatározott pontjáról végezzük megfigyeléseinket, hogy a Nap egy év alatt jut el legmagasabb nyári delelőjéből (június 21-én) az őszi napéjgyenlőségen (szeptember 23-án) át előbb a legalacsonyabb téli delelőbe (december 21-én), majd innen vissza a tavaszi napéjgyenlőségen (március 21-én) keresztül ismét a legmagasabb nyári delelőbe. — Bár a két megfogalmazás, az ókori és a mai, nyilván-

valóan különbözik egymástól, mégsem szabad megfeledkeznünk arról a jelentős tényről, hogy tekintet nélkül a két szemlélet különbözőségére, a Nap-év időtartamát *Hipparkhosz* már az ókorban percnyi pontossággal ki tudta számítani.

Még ennél is meglepőbb az, amikor — nem feledkezve meg az ókori és mai „interpretáció” különbségéről — azt olvassuk *Kleomédész*nél, hogy a *Szaturusz* bolygó (a *Kronosz*) 30 év alatt teszi meg saját körét. Ez az adat ti. — bármely modern lexikon szerint — annak a megállapításnak felel meg, hogy a *Szaturusz* keringési ideje 29,46 év. A *Szaturusz*on tehát annak az időtartamnak, ami a Földön egy év, 29,46 év felel meg. Az ókori megfigyelés nem pontos ugyan, de közel jár mai mérésünkhöz. — Vagy amikor *Kleomédész* azt állítja, hogy a *Jupiter* bolygó (*Zeusz*) hasonló körútja 12 évig tart, akkor mintegy 50 nappal mond többet annál, mint amennyit a modern csillagászat erről megállapít. Ugyanakkor a *Mars* (*Arész*) keringési ideje *Kleomédész* szerint 2 év és 5 hónap; az újkori csillagászat ezt az időtartamot csak 780 napra teszi. — De ne felejtsük el, hogy *Kleomédész* műve *nem szaktudomány*; ő valóban csak azt állította össze, amit a csillagászatról „minden művelt embernek tudnia kell”. Az igazi csillagászok, mint *Hipparkhosz* és *Ptolemaiosz*, pontosabban mérték az imént említett időtartamokat.

3. A Föld megmérése

Érdekes a tudománytörténet számára *Kleomédész* munkája nemcsak azért, mert plasztikus képet ad arról, milyen csillagászati ismeretei voltak a klasszikus ókor átlagosan művelt emberének, hanem többek között azért is, mert megőrzött számunkra több olyan korábbi tudományos eredményt, amely egyébként feledésbe merült volna. Az I. könyv 10. fejezete elmond pl. két régebbi kísérletet arra vonatkozóan, hogyan mérték meg a földgömb legnagyobb körét, az egyik meridiánt.

A korábbi, *Kleomédész*nél található kísérlet még az i. e. 3. századból, a nagy matematikustól, *Eratoszthenész*től származik; a másik, a szerzőnkhöz időben közelebb eső, *Poszeidóniosz*tól. Tulajdonképpen mind a két mérés elgondolása, módszere helyes. Az a tény, hogy az eredmény mégsem elégíti ki mai igényeinket, arra vezethető vissza, hogy azok az adatok, amelyekből az ókori tudósnak szükségszerűen ki kellett indulnia — mint majd mindjárt látni fogjuk —, nem voltak elég pontosak. Mielőtt

azonban közelebből szemügyre vennénk legalább az egyik mérést, *Poszeidónioszét*, tekintsünk vissza arra is: hogyan próbálták meg fölbecsülni a földgömb méreteit már évszázadokkal korábban.

Már az i. e. 4. században *Arisztotelész* azt állította az Égről írt munkájában (*De caelo*, 297 b 30–298 a 20), hogy a Föld nemcsak gömb alakú, hanem bizonyos az is, hogy *nem lehet túlságosan nagy*. Mind a két állítást a következő két megfigyeléssel okolta meg. Nem kell túlságosan nagy utat megtennünk ahhoz északi vagy déli irányban, hogy megváltozzék fejünk fölött az égbolt. Ciprus szigetén vagy Egyiptomban pl. olyan állócsillagokat is fölfedezhetünk az égbolton (déli irányban), amelyek a görög terület északabbra eső tájain soha nem emelkednek a horizont fölé. Ugyanakkor, ha itt délen északra tekintünk, olyan csillagokat is fölkelni-lenyugodni látunk, amelyek az északabbra eső vidékeken egész körpályájukat az égbolt látható felén, a horizont fölött teszik meg. Más tehát a horizont lenn délen, Ciprus szigetén vagy Egyiptomban, mint fönn északon, pl. Trákiában. Ez a megfigyelés pedig csak azért lehetséges – fűzi hozzá *Arisztotelész* –, mert a Föld *nem túlságosan nagy gömb*. Ha ti. nagyobb volna, akkor nem tűnnék föl ilyen könnyen az égbolt megváltozása egy olyan, aránylag nem nagy észak–déli irányú helyváltoztatás után, mint Trákia–Ciprus vagy Trákia–Egyiptom. – De görbül a Föld felülete kelet–nyugati irányban is – folytatja forrásunk. „Héraklész oszlopai” (Gibraltár) és India pl. nem lehetnek túlságosan messze egymástól, hiszen „mind a két helyen vannak elefántok”.

Amint látjuk, ez a második érv jóval kevésbé szerencsés, mint az előbbi volt. A téves elgondolás azonban, hogy ti. Gibraltár és India „közeli szomszédok” lehetnek, nyilván hozzájárult *Kolumbusz* merész tervéhez, hogy megpróbál nyugat felé haladva eljutni Indiába. – Feltűnő az is, hogy bár *Arisztotelész* éppen arról beszél: a Föld nem túlságosan nagy gömb, mégis a számítási eredmény, amelyet közvetlen ezután megemlít, jóval nagyobb a valóságosnál. Azt állítja ugyanis, hogy azok a matematikusok, akik megpróbálták kiszámítani a Föld egyik legnagyobb körének a hosszát, 400 000 stádiumról beszélnek. Bár megnehezíti ennek az adatnak az elbírálását az a körülmény, hogy az ókor több különböző stádiumot ismert; az arisztotelészi szám azonban mindenestre túl magas, ha arra gondolunk, hogy más adatok szerint *Arkhi-*

médész ugyanezt a hosszúságot 300 000, *Eratoszthenész* 252 000, *Poszeidóniosz* pedig 240 000 vagy éppen 180 000 stádiumra becsülte.*

Arisztotelész gondolatmenetéből mindjárt látjuk azt is: a görögök a Föld méreteit — kétségtelenül helyesen — az égi jelenségek megfigyelése alapján akarták kiszámítani. Ebből indult ki — *Kleomédész* szerint — *Poszeidóniosz* is. Elgondolása nagyjából a következő volt.

Rhodosz szigete és Alexandria ugyanazon a délkörön (meridiánon) fekszenek. Ez más szóval azt jelenti, hogy ezen a két helyen *ugyanabban az időpontban van dél*.** Ha pedig ismerjük Rhodosz és Alexandria egymástól való távolságát stádiumokban — amint ezt az ókori hajósok állították —, akkor csak azt kell még megállapítanunk: *hányadrésze a Rhodosz és Alexandria közötti ív a teljes délkörnek?* Ezzel a számmal kell ti. majd megszoroznunk a Rhodosz és Alexandria között stádiumokban megadott távolságot ahhoz, hogy megkapjuk a teljes délkör hosszát.

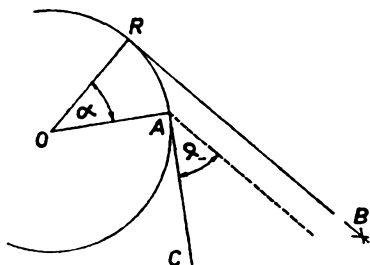
A feltett kérdésre *Poszeidóniosz* a következőképpen talált választ. A Föld a Világegyetem középpontjában mozdulatlanul álló gömb. (Így tanította ezt az antik geocentrikus elmélet.) Minthogy pedig koncentrikus a Földdel a nála jóval nagyobb *éggömb*, a Földön is megvannak (mint pontos vetületek) mindazok a körök és pontok, amelyeket az égre képzelünk. Az égen pl. a Nap pályája napéjegyenlőségkor az *Égi Egyenlítő*; pontosan ez alatt húzódik a Földön a földi *Egyenlítő*. De ugyanígy megvannak a Földön az Ég pólusainak, a napfordulóköröknek és a délköröknek (meridiánoknak) a vetületei is. — Ha tehát arra vagyunk kíváncsiak: hányadrésze a Földön a Rhodosz és Alexandria közötti ív a teljes délkörnek, akkor megmérhetjük ehelyett azt is: hányadrésze az égbolton a Rhodosz és Alexandria közötti meridiánív a teljes égi délkörnek. Ezt a mérést pedig lehetővé teszi a következő megfigyelés.

Van egy különösen fényes csillag, a *Kanóposz* (Canopus), amely Görögország északabbra eső tájain soha nem jelenik meg az égbolton. Rhodosz szigetéről azonban látható ennek a csillagnak a delelése (kulminációja) a horizont peremén. Ha pedig még délebbre megyünk Rhodoszból, Alexandriába, ott már jóval magasabban látjuk az égbolton ennek a csillagnak a delelését. A mellékelt ábra megmutatja azt a körívet ($\widehat{RA}$),

* *Arisztotelész* 400 000 stádiumát megpróbálták 73 672 km-re átszámítani; a Föld egyik legnagyobb köre mai mérések szerint kb. 40 000 km.

** Ez, persze, csak megközelítően igaz. Ha egy mai térképre nézünk, azonnal látjuk, hogy Rhodosz szigetén alighanem 10 – 15 perccel *később* van dél. A kettő *nem* fekszik ugyanazon a délkörön

amelynek meg kell mérnünk az egész körhöz való arányát ahhoz, hogy kiszámítsuk a földi meridián hosszát. R : Rhodosz, A : Alexandria, RB : a rhodoszi horizont, amely merőleges a Földnek ottani sugarára (OR); AC pedig az alexandriai horizont, amely az ottani fősugárra (OA) merőleges. (A szaggatott vonal csak arra hívja föl a figyelmet: a Kanóposz csillag olyan messze van a Földtől, hogy a Rhodoszból, illetőleg Alexandriából feléje irányuló két egyenes *párhuzamosnak* tekinthető.) A vázlatos rajz föltünteti azt is, hogy a Földgömb két rádiusza (OR és OA), valamint az R és A pontokhoz tartozó egy-egy horizont (RB és AC) szögeket zárnak be (α és α'). A két szög pedig *egyenlő*, mert *száraik merőlegesek egymásra*. (Elemi geometriai tétel, hogy az ilyen szögek egyenlők.) *Poszeidóniosznak* tehát még csak azt kellett megállapítania: hányadrésze az Ég legnagyobb körének az α' szög, és ezzel



a számmal kellett megszoroznia a stádiumokban mért Rhodosz—Alexandria távolságot.

Érdekes az is, hogyan mérte *Poszeidóniosz* az ábránkon α' -vel jelölt szöget, amikor azt állította: a Kanóposz kulminációja Alexandriából figyelve *egynegyvennyolcad* része az Ég legnagyobb körének. Tudta, hogy az Ég legnagyobb körét (360°) *12 részre* osztja az ún. *állatöv* (zodiakus). Ezért *1 állatjegy* (görögül: *zódion*, latinul: *signum*) az a nagyobb szögegység, amit mi 30° -nak nevezünk. Ha pedig felezi a zódiont, megkapja a kör *huszonnegyed részét*; majd újra felezvén a felet, eljut a kör *egy negyvennyolcad részéhez* ($7^\circ 30'$); ilyen magasan kulminál a Kanóposz Alexandriából nézve. Ezzel a számmal (48) kell tehát megszoroznia a Rhodosz és Alexandria közötti stádiumokat, hogy megkapja a Föld egyik legnagyobb körének a hosszát.

Kleomédész megjegyzi, hogy ez a mérés még egyszerűbb, mint *Eratoszthenészé* volt; azonkívül ezt könnyen meg is lehet ismételni. *Eratoszthenész* mérése ti. a *nyári napfordulóhoz* volt kötve. Egyébként *Eratoszthenész* is *szöget* mért, csakhogy az ő mérése *árnyékmegfigyeléshez* kapcsolódott. *Eratoszthenész* ti. észrevette, hogy *Szyénében* (Dél-Egyiptomban) *nyári napfordulók*or délben *eltűnik az árnyék*: a Nap éppen a zeniten áll. Ez adott neki alkalmat arra, hogy kiszámítsa — nagyjából ugyanúgy, mint később *Poszeidóniosz* —, hányadrésze a körnek az Alexandria — Szyéné közötti ív — minthogy szerinte Alexandria és Szyéné „ugyanazon a meridiánkörön” fekszenek.

4. Csillagászat — időszámítás

Az időszámítás úgyszólván kezdettől fogva összefüggött az égi jelenségek megfigyelésével, minthogy az égitestek a legfontosabb támpontjai tájékozódásunknak — mind időben, mind térben. Természetesen behatóan foglalkozott az időszámítás problémájával az antik asztronómia is. Nem térhetünk ki ebben az összefüggésben az antik csillagászati időszámítás teljes rendszerére. `sak néhány olyan egyszerűbb érdekes problémát említünk meg, amely foglalkoztatta az ókori népszerű tudományos irodalom szerzőit.

Ezúttal *Geminusnak* (vagy görögösen: *Geminosz*nak) a munkájából indulunk ki. Magáról a szerzőről szinte semmit sem tudunk. Régebben úgy gondolták: *Poszeidóniosz* tanítványa lehetett — „éppen úgy, mint *Kleomédész*”. Ellentmond azonban ennek a feltevésnek — amely néha még ma is fölbukkan a szakirodalomban — több apró megfigyelés. Éppen az itt szóban forgó munka *nem* említi *Poszeidónioszt*. Megállapítható magának a műnek egyik, az egyiptomi naptárra vonatkozó adatából az is, hogy leírására az időszámításunk előtti utolsó század 70-es éveiben kerülhetett sor. Vagyis eszerint a szerző inkább csak fiatalabb kortársa lett volna *Poszeidóniosz*nak. De sokan kétségbe vonták még azt is, hogy már ebben a korban *latin neve* lehetett volna egy görögül író tudósnek. (Az a gondolat viszont, hogy „*Geminosz*” nem latin, hanem egy a latin szóval csak véletlenül egybehangzó görög név volna — amit egyesek szintén fölvetettek —, aligha meggyőző. Még az sem bizonyos egyébként, hogy az a *Geminus*, akinek matematikai és asztronómiai jellegű írásaiból későbbi újplatonikusok és az Arisztotelész-kommen-

tátorok elég gyakran idéznek, csakugyan azonos annak a munkának a szerzőjével, amelyről itt szó lesz.)

A *Geminus* neve alatt fennmaradt munka tehát a Nap és a bolygók mozgásával kapcsolatban mindjárt kitér az időszámítás kérdésére. Rögtön az első között említi pl. a következő megfigyelést. Az esztendő négy határnapja: a két napforduló, a nyári és a téli, valamint közöttük a két napéjegylenlőség: az őszi és a tavaszi. De milyen érdekes a napok eloszlása ezek között a határidők között! A tavaszi napéjegylenlésegtől a nyári napfordulóig $94\frac{1}{2}$ nap telik el; innen az őszi ekvinokcium már csak $92\frac{1}{2}$ nap, majd a téli napfordulóig $88\frac{1}{8}$, végül pedig a téli napfordulótól a tavaszi napéjegylenléséig $90\frac{1}{8}$ nap telik el. A négy évszaknak tehát négy különböző időtartam felel meg.

Mielőtt továbbmennénk, fűzzünk két megjegyzést ezekhez az adatokhoz. Mindenekelőtt érdemes lesz kiemelni, hogy *Geminus* időtartamai csak nagyjából közelítik meg a modern számításokat. Ha pl. egy mai népszerű csillagászati kézikönyvet veszünk a kezünkbe, azt látjuk, hogy mai számítás szerint a nyár az északi féltekén nem $94\frac{1}{2}$ nap, csak 93 nap 15 óra; a tél pedig nem $88\frac{1}{8}$ nap, hanem inkább kerekén 89 nap. (Ez azonban nem azt jelenti, mintha az ókori számítás nem lehetett volna pontosabb a *Geminus*énál. Egyszerűen arról van szó, hogy *Geminus* az adott összefüggésben kevésbé pontos, közelítő adatokkal is beérhette.)

A másik, lényegesebb megjegyzés viszont azt kell hogy kiemelje: még ezekhez a közelítő pontosságú adatokhoz is nagyon alapos csillagászati megfigyelések, számítások kellettek. De hát mióta végeztek az ókorban olyan igényes megfigyeléseket, számításokat a napfordulók és napéjegylenlések időpontjáról, hogy ezekből megállapítható legyen $\frac{1}{2}$ sőt $\frac{1}{8}$ napnyi pontossággal az évszakok időtartama?

A legrégebbi ilyen megfigyelést talán még *Thalész* végezte az i. e. 6. században. Úgy látszik, ő vette észre elsőnek, hogy a nyári napfordulótól a télig eltelt időtartam *nem egyenlő* azzal, ami megfordítva, a téltől a nyáriig tart. (Legalábbis erre a *Thalész*-megfigyelésre látszik utalni a szmyrnai *Theón*nak egy adata időszámításunk 2. századából.) Pontosabb megfigyeléseket végezhetett az évszakok időtartamát illetően az 5. század második felének két híres csillagásza: *Metón* és *Euktémón*. Ezeknek a munkái azonban elvesztek. De mindenesetre tudjuk *Metón*ról, hogy i. e. 432-ben olyan naptárreformot javasolt Athénban, amit valamivel később az athéniek életbe is léptettek.

De mi a magyarázata az évszakok különböző időtartamának? — kérdezi *Geminus*. Hát elképzelhető talán, hogy a Nap mozgási sebessége nem volna minden évszakban ugyanaz? — *Geminus* határozottan elutasította ezt a gondolatot. Ragaszkodik a kettős pythagoreus dogmához: az égitestek — mint „tökéletes lények” — csak körpályán és mindig egyenletes sebességgel mozoghatnak.

Az ókori tudomány által elfogadott magyarázatot szerzőnk azzal vezeti be: az egyes égitestek Földtől való távolsága nagyon különböző; némelyek közelebb, mások messzebb vannak tőlünk. Csak szemünk tökéletlenségének következménye az, hogy nem vesszük észre a kozmikus távolságok különbségeit. Legközelebb van hozzánk, persze, a Hold; legtávolabb pedig — *Geminus* és általában az ókori felfogás szerint — az állócsillagok gömbje. A koncentrikus gömbök elmélete azonban önmagában még nem elégséges magyarázat az évszakok különböző időtartamára.

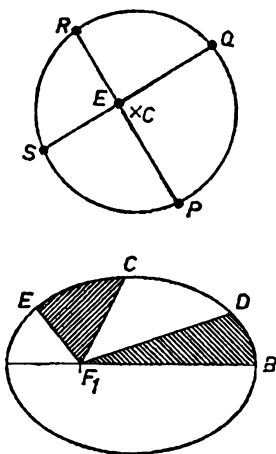
Kiegészíti forrásunk a *koncentrikusság* gondolatát az *excentrikussággal*. Szerinte ugyanis a Föld mozdulatlanul áll a Világegyetem középpontjában, de ez a hely *nem középpontja* egyszersmind a Nap által leírt körpályának is. Legyen a mellékelt ábrán a kör, amelynek középpontja C , a Nap évi pályája a Föld körül. Legyen a Föld helye ezen a körön belül excentrikusan: E . Jelölje P és R a kör kerületén a tavaszi és őszi napéjegyenlőséget, Q és S pedig a téli és nyári napfordulót. Így aztán — bár a Nap egyenletes sebességgel halad a kör kerületén — a négy évszagnak megfelelő négy körcikk hosszúsága mind különböző.

Érdekes ez a magyarázat azért is, mert jöllehet a mi magyarázatunk ugyanerre a jelenségre *lényegében különbözik* az ókoritól, mégis szembe-tűnő a kettőnek pusztán *külső hasonlósága*. Mi ti. azzal magyarázzuk az évszakok időtartamának különbözőségét, hogy utalunk arra: amikor az északi féltekén őszi és tél van, napközben jár bolygónk, és ilyenkor felgyorsul keringési sebessége; távolabb a Naptól (tavasszal és nyáron) viszont csökken ugyanez a sebesség. De nézzük csak meg, hogyan illusztrálható (vázlatosan!) az a Kepler-törvény, amelyből ez a változó keringési sebesség következik.

Ábrázolja az ellipszis a mellékelt ábrán (erősen túlozva!) a Föld évi útját az F_1 pontban álló Nap körül. *Kepler* második törvénye szerint: a bolygót a Nappal összekötő egyenesek egyenlő időközökben egyenlő felületeket sűrolnak. Ez a vázlaton azt jelenti: ha a bolygó a $\widehat{BD}$ szakaszt ugyanannyi idő alatt futja be, mint a $\widehat{CE}$ -t, akkor a két árnyalt felület

egyenlő. Ebből viszont az is következik, hogy a $\widehat{BD}$ szakaszon kisebb, a $\widehat{CE}$ -n nagyobb a keringési sebesség.

Beszél *Geminus* ebben az összefüggésben arról is, hogy a nappalok időtartama évszakonként változó. Csak kétszer egy esztendőben — a tavaszi és az őszi napéjegyenlőség alkalmával — azonos a nappal és az éjszaka időtartama. Egyébként azonban a nyári napfordulóhoz közeledve hosszabbodnak, a téli napforduló felé pedig rövidülnek a nappalok. Leszögezi azt is: a leghosszabb nappal időtartama valamilyen adott földrajzi helyen „egyenlő” ugyanezen a helyen a leghosszabb éjszaka időtartamával; ugyanígy „egyenlő időtartamúak” (állítólag!) a legrövi-



debb éjszaka és a legrövidebb nappal is — föltéve, hogy ugyanarról a földrajzi helyről beszélünk. Ez, persze, *durva tévedés!* A megfelelő időtartamok „egyenlőségét” csak a jól átgondolt elmélet alapján *posztulálhatták*. Ha csakugyan gondos megfigyelésből, időmérésből indultak volna ki, észre kellett volna venniük, hogy bármely adott helyen a legrövidebb nappal *hosszabb*, mint ugyanott a legrövidebb éjszaka. (A fény ugyanis, miközben különböző sűrűségű légrétegeken halad át, többször is megtörik, és ezért a Napot akkor is látjuk még egy darabig, amikor tulajdonképpen már lebukott a horizont alá.)

Még lényegesebb ennél az a másik régi megfigyelés, amely ugyancsak behatóan foglalkoztatja *Geminust*, az ti., hogy az év leghosszabb nappalá-

nak az időtartama aszerint változik, hogy mennyire vagyunk közel, vagy mennyire távolodtunk el az Egyenlítőtől. Az Egyenlítő közelében még alig több a leghosszabb nappal is, mint 12 óra, de már Rhodosz szigetén $14\frac{1}{2}$ óra. (Érdekes lesz itt újra felhívni a figyelmet arra, hogy az ókorban a napkelvétől napnyugtáig tartó időt mindig 12 órára osztották — tekintet nélkül az évszakokra. Ezért nyáron hosszabbak voltak, sőt minél inkább közeledtek a napfordulóhoz, annál inkább *hosszabbodtak* a nappali órák, és *rövidültek* az éjszakaiak; télen pedig megfordítva. Állandó, szilárd *időpont* ebben az órábeosztásban tulajdonképpen csak a *befejezett hatodik óra* volt; ez ti. megfelelt a mi déli 12 óránknak. Nem is volt könnyű ezt az időbeosztást a mindennapos életben alkalmazni. Az asztronómusok viszont ún. *napéjegyenlőségi órákban* számoltak. Ilyen napéjegyenlőségi időegységekben értendő az is, hogy Rhodosz szigetén az év leghosszabb napja $14\frac{1}{2}$ óra.)

A nappalok időtartamával kapcsolatban *Geminus* tehát ilyen adatokat említ: minél északabbra megyünk, annál hosszabb lesz a nyári napforduló világos nappala. Rhodoszban még csak $14\frac{1}{2}$ óra, Rómában már 15, Bizánc táján 16, még északabbra 17 és 18 óra ez a nap. (Ismertek egyébként az ókorban ennél pontosabb adatokat is.) Hivatkozik *Geminus* a híres görög utazóra, a masszaliai (Marseille) *Pytheaszra*, aki már az i. e. 4. században tudott olyan messze északi tájakról, ahol nyáron csak egész rövid időre tűnik el a Nap az égboltozatról. Azt állítja *Geminus*, hogy fönnt északon, a sarkvidéken az egész év csak *egyetlenegy* napból áll: 6 hónapig tart a nappal, és ugyanennyi ideig az éjszaka. Ilyen messzire, persze, nem jutottak el az ókorban. Ezt csak az elméletből tudhatták ilyen jól.

Befejezi ezt az értekezést azzal a megjegyzéssel, hogy a nappalok és az éjszakák időtartamának hosszabbodása-rövidülése az év során *nem* azonos ütemben megy végbe: különösen a napfordulók táján szinte észrevétlen a napról napra bekövetkező változás, mintha 40 napig nem is változnék a nappal meg az éjszaka időtartama.

Érdekes lesz ezzel kapcsolatban utalni arra is, hogy csakugyan az ókori földrajz egy-egy tájegység jellemzését éppen azzal szokta kezdeni: mennyi ideig tart az adott helyen az év leghosszabb napja. A legismertebb ókori geográfusnál, *Sztrabónál* pl. ilyeneket olvasunk (C 133 és 134):

„Az Alexandriától és Kyrénétől mintegy 400 stádiummal délebbre fekvő vidéken a leghosszabb nap *14 napéjegyenlőségi óra*... Szidón és Tyrosz környékén a leghosszabb nap *$14\frac{1}{4}$ napéjegyenlőségi óra*...

a Szirakuzától 400 stádiummal délibb részeken a leghosszabb nap $14\frac{1}{4}$ napéjegyenlőségi óra... a Rómától délre, de Nápolytól északra eső részen a leghosszabb nap 15 napéjegyenlőségi óra” stb. stb.

Valószínű, hogy *Sztrabón* a tájegységeknek ezt a tagolását — amely abból áll, hogy az Egyenlítőtől az egyik meridián mentén észak felé haladva aszerint különíti el az egymásra következő vidékeket, amint ezeken a leghosszabb nap időtartama előbb 1-1 negyedórával, aztán félórákkal, majd 1-1 órával növekszik — ezt a beosztást tehát *Sztrabón* bizonyára elődjétől, a nagy ókori csillagásztól, *Hipparkhosztól* vette át. *Hipparkhosz*-nak ez a munkája ugyan nem maradt fenn, de találkozunk valami ilyesmivel annál a *Klaudiosz Ptolemaiosz*nál, aki időszámításunk 2. századában élt, és akiről közismert, hogy nagy rendszerező művében *Hipparkhoszt* folytatta. *Ptolemaiosz* II. könyvének 6. fejezete (*A szélességi körök jellegzetességei*) éppen az előbb *Sztrabón*mál megismert beosztás szerint sorolja föl az Egyenlítővel párhuzamos szélességi köröket föl egészen az Északi-sarkig.

Arról viszont sem *Geminus*, sem *Sztrabón* nem tesz említést, hogy az ókori csillagászok azt is ki tudták számítani egy-egy adott helyen a leghosszabb napnak órákban és percekben megadott időtartamából, hogy melyik szélességi körön, azaz: hány fokkal északra az Egyenlítőtől keresendő az a hely, ahol a leghosszabb nap szóban forgó időtartamát mérték. A modern olvasó az ilyen természetű ókori számításokat már csak *Klaudiosz Ptolemaiosz* művéből ismerheti meg. Valószínű, persze, hogy az igazi szakemberek (a matematikusok és csillagászok) tudták ezt már évszázadokkal korábban, *Geminus* és *Sztrabón* előtt is.

5. A hónap

Az a „népszerű” asztronómia, amelyet az átlagosan művelt ókori ember számára *Geminus* foglalt össze, a *hónapot* a következőképpen határozta meg: az az időszak, amely az egyik *konjunkciótól* a másikig, vagy az egyik *holdtöltétől* a rá következő holdtöltéig eltelik. Utána rögtön megmagyarázza a „*konjunkció*” (görögül: *szyzygia*) és a „*holdtölte*” fogalmát. Konjunkció akkor következik be, amikor (a Földről nézve) a Hold és a Nap egy vonalba kerülnek, azaz: mind a kettő ugyanarra a szögre áll be. (Ez történik a hónap 30. napján.) Holdtölte viszont akkor lesz, amikor a Hold és a Nap annak a körnek, amelynek középpontja

a Föld, két diametrálisan átellenes pontjára jutnak. (A holdtölte a hónap közepe.) Az így meghatározott időtartam, a hónap hossza *Geminus* szerint: $29\frac{1}{2} + \frac{1}{33}$ nap. Ez a középérték az ún. *szinodikus hónapnak*.

De ismeri *Geminus* ezenkívül az ún. *tropikus hónap* fogalmát is. Az az időszak ez, amely a Holdnak a zodiákus körön való kétszeri áthaladása között eltelik. A tropikus hónap rövidebb, mint a szinodikus; a szerint a számítás szerint, amelyet *Geminus* közöl, csak $27\frac{1}{4}$ nap (pontosabban: $27\frac{1}{3}$ nap).

Egy szinodikus hónap alatt tehát — magyarázza tovább *Geminus* — a Hold nemcsak a zodiákus 12 jegyét, hanem még azt az ívet is megteszi, amivel a nappályának egy hónap alatt bekövetkező eltolódása mérhető. Az egész szinodikus hónap nagyjából 13 zodiákus jegynek felel meg.

Jegyezzük meg kiegészítésképpen, hogy azon a két hónapszámításon kívül, amelyet *Geminus* nyomán éppen megemlítettünk — tehát a *szinodikus* és *tropikus* hónapon kívül — ismerte az antik asztronómia még a *drakonikus* és *anomalisztikus* hónapot is. Ezek az utóbbiak olyan szabálytalanságokból adódnak, hogy egyrészt eltolódik a holdpálya és az ekliptika metszéspontja, másrészt pedig ugyancsak eltolódik a Holdnak a Földtől való legnagyobb és legkisebb távolságának az időpontja. Mindezekre a különféle hónapszámításokra meglepően pontos értékeket adott már *Hipparkhosz*; *Geminus* azonban ezekre nem tér ki.

(A Hold és a Nap szerint való időszámítás egyeztetése, valamint az ezzel kapcsolatos *szökőévprobléma* olyan lényeges kérdései az antik asztronómia- és művelődéstörténetnek, amelyekre itt csak emlékeztethetünk.)

6. A gnómónvilágkép. Vitruvius

Fontos műszere volt mind az antik csillagászatnak, mind pedig az időmérésnek a *napóra*, *solarium*, vagy görög eredetű nevén: *hórologium*. Ennek legegyszerűbb formája egy függőlegesen álló bot, amelynek a vízszintes síkra eső árnyékát figyelik. Ez a bot a görög csillagászok és geográfusok *gnómónja*. Úgy látszik, korán előfordult az is, hogy az árnyékmérő botot kiegészítették egy kivájt fél-, illetőleg negyedgömbbel, amelyet úgy illesztettek hozzá, hogy a gnómón felső vége legyen az egész (részben csak elképzelt) gömbnek a középpontja. Ezzel ti. elérték, hogy reális „tükröképet” kapjanak a Nap látszólagos égi mozgásáról. A függő-

legesen álló bot árnyékának a vége — miközben lassan végigvonult a fél-, illetőleg negyedgömb belső falán — szinte „tükörképe” lett a Nap látszólagos útjának az égbolton.

Kézenfekvő volt az is, hogy az árnyék által a gömb belső falára írt görbét 12 egyenlő részre osszák, és így megkapják a nappal 12 óráját napkeltétől napnyugtáig.

De az egyszerű *hórologium* kezdetben mégsem annyira a napi órák, mint inkább az *évszakok* mérésére szolgált. (A görög *Hórák* nem a nappal óráinak, hanem az *évszakoknak* az istennői.) Gyér forrásaink hírt adnak arról, hogy állítólag már *Anaximandrosz* a 6. században a gnómón segítségével határozta el egymástól az évszakokat. Könnyű ugyanis belátnunk az alábbiakat.

A vízszintes síkban függőlegesen álló botnak reggeltől estig folyton változik az árnyéka. De lesz mindennap egy olyan időpont, amikor *legrövidebb* ez a változó árnyék. Ez a dél. Ekkor áll a nap az égbolton látszólagos útjának legmagasabb pontján. Ugyanakkor megmutatja a legrövidebb napi árnyék földrészünkön az észak–déli irányt is, mint-hogy ebben az időpontban az árnyék egybeesik a földi *meridiánnal*.

Ha hosszabb időn keresztül gondosan figyeljük a gnómónt, hamarosan feltűnik az is, hogy a napi legrövidebb, a déli árnyék távolról sem változatlan ugyanazon a helyen az évnek bármely szakaszában. Nyáron, amikor magasabban jár a Nap az égen, rövidebb, télen pedig hosszabb a gnómón déli árnyéka. Lesz tehát az esztendő során egy *legrövidebb*, és egy másik, *leghosszabb* déli árnyék. Könnyű lesz észrevennünk azt is, hogy a legrövidebb déli árnyék éppen az esztendő leghosszabb napjára (a nyári napfordulóra), a leghosszabb pedig a legrövidebb napra (a téli napfordulóra) jellemző.

Valószínű, hogy az *árnyékmérőt* korábban nem is használták egyébre, mint a napfordulók kimutatására. Ezért gyakori neve a görögöknél a napórának: *héliotropion* — a *héliosz* („nap”) és *troposz* („fordulat”) szavak összetétele. Ilyenre célozhat már az *Odysszeiában* az a részlet (15, 403–404), amely az egyik mesebeli szigettel kapcsolatban a „napfordulókat” emlegeti. De fölállított egy ilyen *héliotropiont* *Plinius* (*Nat. hist.* XXXVI 10) szerint *Augustus* is Rómában a Mars-mezőn, megjelölve: milyen hosszú ennek az *obeliscusnak* az árnyéka téli napfordulókor délben (*strato lapide ad longitudinem obelisci, cui par fieret umbra brumae confectae sexta hora*), és hogyan csökken aztán az árnyék ettől kezdve napról napra.

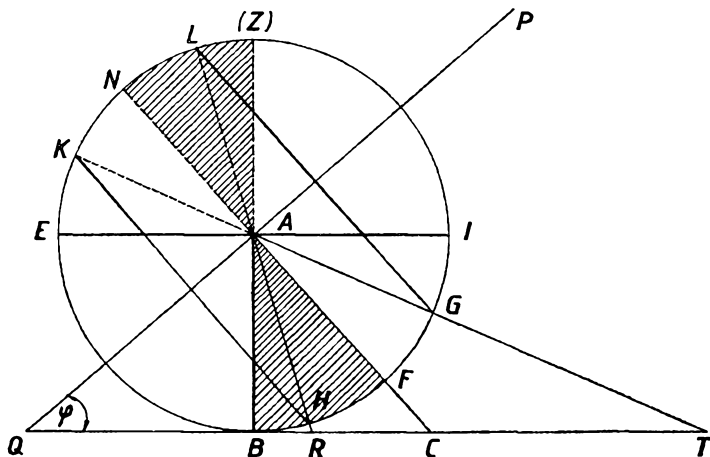
De valóban jelentős műszerré igazában csak akkor lett az egyszerű árnyékmérő bot, amikor rájöttek arra, hogyan lehet meghatározni ennek a segítségével a napéjegyenlőséget, illetőleg hogyan lehet megmérni a gnómón *napéjegyenlőségi déli árnyékát*. Ez a naptári dátum, a napéjegyenlőség ugyanis korántsem olyasvalami, amit egyszerűen meg lehetne figyelni. Mert gondoljuk csak meg: aránylag könnyű megfigyelni, mikor leghosszabb vagy mikor legrövidebb a nappal vagy az éjszaka. De azt, hogy mikor *egyenlő hosszú időtartamú* a nappal és az éjszaka, azt tulajdonképpen már nem megfigyeljük, inkább csak *kiszámítjuk*. Feltehetően így volt ez az ókorban is.

Vannak ókori görög forrásaink, amelyek azt állítják, hogy a napéjegyenlőséget a gnómónnal elsőnek a 6. századi *Anaximandrosz* mérte meg. De ezek a források, sajnos, nem mondják el egyszersmind azt is: vajon hogyan jött rá ennek a mérésnek a módszerére *Anaximandrosz*. Pedig fontos lenne megismernünk elgondolását, mert — mint majd mindjárt látni fogjuk — a napéjegyenlőségi déli árnyéknak a mérése nemcsak két lényeges naptári dátumnak — a tavasz és az ősz kezdetének — tudományos rögzítését tette lehetővé; ennek a módszernek köszönhették ezenkívül egy *csillagászati*, és egy másik, *földrajzi* fogalomnak a megmérhetőségét is. — Megértjük ezt, ha alaposabban szemügyre vesszük a római *Vitruvius* egyik leírását.

Vitruvius az időszámításunk előtti században előbb *Julius Caesarnak*, majd *Augustusnak* volt az építész. Írt is egy munkát az építészetről (*De architectura*), amely többek között arról is szól (IX 1 és IX 7, 1,11): hogyan járjunk el akkor, ha napórát akarunk felállítani. Ebből a leírásból idézek az alábbiakban néhány gondolatot.

Vitruvius azzal kezdi ide vonatkozó fejtegetéseit, hogy emlékezetébe idézi az olvasónak: ugyanannak a botnak napéjegyenlőségi déli árnyéka korántsem ugyanaz a Földnek bármely pontján. Mindjárt példákkal is illusztrálja ezt az állítását: ha 9 egység hosszú árnyékmérő botunk (a gnómón), akkor ennek déli árnyéka napéjegyenlőségkor Rómában — illetőleg pontosabban: Rómában és környékén — 8 egység hosszú lesz. Röviden ezt úgy mondhatnánk: a gnómónnak Rómára jellemző napéjegyenlőségi aránya: 9 : 8; hasonló, Athénre jellemző aránya a 4 : 3, Tarentumra 11 : 9, Rhodoszra 7 : 5, Alexandriára 5 : 3 stb. Az antik matematikai földrajz ezeket az arányszámokat éppen úgy regisztrálta városról városra — vagy az egyik tájegységről a másikra — mint az év leghosszabb napjának a helyre jellemző időtartamát.

Ezekből a gnómónarányokból ti. éppen úgy ki lehet számítani a kérdéses hely távolságát az egyenlítőtől a meridián mentén (azaz: a hely földrajzi szélességét), mint a leghosszabb nap időtartamából. A számítás ókori módszerét *Klaudiosz Ptolemaiosz* művéből ismerjük. De hogy jóval korábban is végeztek ilyen számításokat, az kiderül annak a *Hipparkhosz*-nak a művéből, aki az i. e. 2. században élt. *Hipparkhosz* ti. írt egy kommentárt a 3. századi *Aratosz*, illetőleg a 4. századi *Eudoxosz* művéhez, amely – szerencsére – fennmaradt, és ebben a kommentárban megemlíti néhány ilyen régi földrajziszélesség-kiszámításnak legalább az eredményét.



Ha tehát Rómában akarunk napórát csinálni – folytatja *Vitruvius* –, akkor mindenekelőtt úgy állítjuk föl 9 egység hosszú botunkat – a mellékelt ábrán *AB* –, hogy ennek déli árnyéka (a *BRCT* betűkkel jelölt egyenes) pontosan észak felé mutasson: ez legyen a *B* ponthoz tartozó meridián. Mérjünk le ezen az egyenesen 8 hosszúságegységet, mondjuk a *C* pontig. A *BC* szakasz lesz tehát ábránkon az *AB* gnómón napégyenlőségi déli árnyéka. Ezután kört rajzoltat *Vitruvius* az *AB* gnómónnal mint sugárral az *A* pont körül. Ennek a körnek a neve – mint szövegünk mondja – meridián. Természetesen nem feledkezünk meg arról, hogy a *B* ponthoz tartozó valóságos földi meridián irányát a *BRCT* betűkkel jelölt egyenes mutatja, mert erre az egyenesre esik mindig a bot déli árnyéka. A kör, amelyet a gnómónnal mint sugárral szerkesztettünk,

csak valahogy *szimbolikusan* lehet meridián. A kérdéses kör *Vitruvius* konstrukciójában ti. — mint majd mindjárt kiderül — nemcsak a meridiánt, hanem az egész világmindenséget, a kozmoszt is szimbolizálja. A napóra ti., amelyet *Vitruvius* szerkeszt, egyszersmind *asztrolómiai világkép* is.

A szerkesztés következő lépése abból áll, hogy összekötjük a napéj-egyenlőségi árnyék végpontját, a C pontot a gnómón csúcspontjával, A -val. Így kapjuk meg a kör kerületén a rendkívül fontos F metszéspontot. Ez a pont teszi ti. lehetővé, hogy — valamely adott helyen a napéj-egyenlőségi déli árnyék ismeretében — megszerkesszük a hozzá tartozó másik két déli árnyékot is: a nyári napfordulót (BR) és a téli napfordulót (BT). A kör kerületén ti. a H és G pontok *egyenlő távolságra* vannak jobbra és balra az F ponttól. Hogy mi ez az „*egyenlő távolság*” (az $\widehat{FG}$ vagy $\widehat{FH}$ körívekhez tartozó húr), azt *Vitruvius* szinte csak futtában, elnagyoltan közli olvasóival: „a kör kerületének tizenötödrésze”. Arról van szó ti., hogy előbb szabályos 15-szöget kell írunk a gnómónsugárral szerkesztett körbe, majd körzőnkbe kell vennünk ennek a szabályos 15-szögnek egyik oldalát, ez lesz az $\widehat{FG}$ vagy $\widehat{FH}$ körívekhez tartozó húr. (Olyan szerkesztés ez, amelyet megtalálunk annak az ókori matematikusnak, *Euklidész*nek a művében, aki i. e. 300 körül állította össze a geometria *Eleméit*. Sőt, azt is tudjuk, hogy *Euklidész* éppen azért vette bele munkájába ezt a szerkesztést, mert fontos volt ez a tétel az antik *asztrolómia* szempontjából.) Miután pedig megkaptuk a kör kerületén a H és G pontokat, összekötjük ezeket a gnómón csúcspontjával, illetőleg a kör középpontjával. Így kapjuk meg a két rádiusz, az AG és AH meghosszabbításával a sík meridiánvonalán a nyári és a téli napforduló déli árnyékát: a BR és BT szakaszt. Figyelemre méltó az is, hogyan viszonyulnak egymáshoz a kör kerületén fekvő H , F és G pontok, valamint ezeknek ellenképei a kör túlsó oldalán: az L , N és K . Mik ezek a pontok voltaképpen?

Gondoljunk arra, hogy *Vitruvius*szerint az ábrán az EAI betűkkel jelölt egyenes neve: *horizont*. Átmérője ez az egyenes annak a vízszintes *horizontkörnek*, amely a teljes éggömböt egy felső és egy alsó félre osztja. Az ábra felső félköre tehát szimbolikusan maga az égbolt a fejünk fölött. Az éggömbnek az az alsó fele viszont, amelyet az ábrán az EBI betűkkel jelölhetnénk, a valóságban tulajdonképpen „nem látható”, jóllehet az ábrán éppen ez a „nem látható” félkör a *tükörképe* a felső égboltnak;

ezen mérjük az L , N és K pontoknak egymástól való ívtávolságait. Mert mint a vázlat mutatja, az L pontnak tükörképe a H , és a K -nak a G . Az L pont jelöli szimbolikusan a Nap évi legmagasabb delelését *június 21-én*, amikor legrövidebb a déli árnyék (BR); a K pont viszont a legalacsonyabb évi delelés *december 21-én*, minthogy BT a leghosszabb déli árnyék.

Ezt az utóbbi megfigyelést úgy is megfogalmazhatjuk: B pontról szemlélve (ahol a gnómónt fölállítottuk) nincs magasabb delelési pont L -nél, és nincs alacsonyabb a K -nál. Az L és K pontok képviselik tehát az égbolton a két *napfordulót* (görögül: a két *troposzt*). A $\widehat{KL}$ ív pedig: a napfordulóknak egymástól való távolsága. Mivel ezt a $\widehat{KL}$ ívet az égbolton nem tudjuk megfelelni, helyette megfelezzük földi tükörképét, a vele egyenlő $\widehat{HG}$ ívet. Így kapjuk meg nemcsak a gnómón napéjegyenlőségi déli árnyékát, a BC szakaszt, hanem egyszersmind a teljes éggömb látható és „nem látható” felén az N és F pontokat. Akkor van ekvinokcium, amikor — a B pontból szemlélve — az N pontban delel a Nap; az F pont viszont nem egyéb, mint az N *tükörképe*. A két átellenes pontot összekötő egyenes (NAF) átmérője annak a körnek, amelyet a Nap napéjegyenlőségkor megtenni látszik. A „napéjegyenlőségi kör” ismertebb neve: *Egyenlítő*; ennek az átmérője az NAF egyenes.

De „átmérők” — *Vitruvius* szövege szerint — az LG és KH szakaszok is; ezek ti. átmérői a napfordulók idején megtett látszólagos nappályáknak. Az ábra mind az LG , mind pedig a KH egyenesnek horizont fölötti részét vastagabbnak tünteti föl. Feltűnik, hogy az LG egyenesből jóval hosszabb a megvastagított rész, mint a másik, a KH egyenesből. Annak a jele ez, hogy nyári napfordulókor — ehhez tartozik az LG egyenes — a Nap útjának nagyobb része esik a horizont fölé, „hosszabb a nappal” ekkor, mint a *téli napforduló nappala* — ezt az utóbbit a KH egyenes megvastagított része szimbolizálja. A két megvastagított szakasz aránya tehát aránya egyszersmind annak is, hogyan viszonylik egymáshoz valamely megadott helyen a leghosszabb és legrövidebb nap időtartama.* Olyan adat volt ez az arány is, amelyet gondosan számon tartott az antik matematikai földrajz. Hiszen könnyű rájönni, hogy ez az arány nem is egyéb, mint más formában való megfogalmazása annak: hány óra vala-

* „Pontosabban: a leghosszabb és legrövidebb nappal időtartamának aránya ugyanaz, mint a két átmérő megvastagított szakaszához tartozó körívek hosszúságának az aránya.”

mely adott helyen az év leghosszabb nappalának időtartama? Ebből az adatból pedig — mint már tudjuk — ki lehetett számítani a kérdéses hely távolságát az Egyenlítőtől, azaz: a „földrajzi szélességét”.

Az elmondottak alapján érthető lesz az is, miért beszél *Sztrabón* egy alkalommal (C 71) *Hipparkhoszra* hivatkozva arról: nem tudták még eldönteni (ti. az ő idejében), hogy vajon Kilikia és India hegyei ugyanazon a szélességi körön fekszenek-e. Mert nem volt még ismeretes erről a két helyről sem az *évi leghosszabb és legrövidebb nappal időtartamának az aránya*, sem pedig *a gnómónnak (napéjegyenlőségi) déli árnyékához való viszonya*. Ahhoz ti., hogy rögzíteni tudjanak a földgömbön egy helyet — legalább annyira, hogy meg lehessen mondani: mennyire van északra az Egyenlítőtől —, ismerniük kellett a két adat közül legalább az egyiket: vagy a két határnap időtartamának az arányát, vagy a gnómont és déli árnyékát (lehetőleg napéjegyenlőségkor).

Megmutatható egyébként a föntebb bemutatott gnómónvilágképen — arra a helyre vonatkoztatva, ahol a szóban forgó déli árnyékot mérték — a kérdéses hely *földrajzi szélessége* közvetlenül is. Mert ha *B* pontban állítottuk fel a gnómont — mint az előbbi ábrán —, akkor a földrajzi szélesség (más szóval: a kérdéses pontnak az Egyenlítőtől való távolsága) szimbolikusan: a $\widehat{BF}$ ív.

Érdemes még fölhívni a figyelmet arra is, hogy a földrajzi szélességet a görög szaknyelv (az asztronómia és a geográfia egyaránt) a *klíma* szóval jelölte. Ennek a görög szónak pontos fordítása — a mi magyar *éghajlat* szavunk — eredetileg annyi, mint az „ég hajlása, görbülete”. Kifejezésre jut e megjelölésben az is, hogy a görög ezt tulajdonképpen az *égen* mérte. Ezért fordították a *klímát* az ókorban latinra a *declinatio caelivel*. Csakugyan, ha figyelmesen vizsgáljuk az előbbi ábrát, rájövünk, hogy az a $\widehat{BF}$ ív, amelyről az előbb azt állítottam, hogy ez a *B* pontnak a földrajzi szélessége (távolsága az Egyenlítőtől), nem egyéb igazában, mint *tükörképe* az égre vetített $\widehat{ZN}$ ívnek. A *Z* pont mint zenit a földi *B* pontnak az égre vetítése. Amikor a régi görögök a *klímát* mérték, arra voltak tulajdonképpen kíváncsiak: milyen messze van a *B* ponthoz tartozó *zenit* az égen az Egyenlítőtől, az *N* ponttól. De minthogy az égen bajos lett volna megmérni a $\widehat{ZN}$ ívet, helyette földi tükörképét, a $\widehat{BF}$ -et mérték.

7. Az asztronómia a tudományok között

Amikor *I. Vilmos* nápolyi (normann) király 1158-ban elküldte embereit a bizánci császárhoz, *I. (Komnenosz) Manuel*hez, hogy vele 30 évre békét kössön, a követség feje a cataniai archidiakónus, *Henricus Aristippus* volt. Emlékezetessé lett ez a követjárás a tudomány történetében, többek között azért is, mert ebből az alkalomból került az antik asztronómia *első* fontos görög kézírata nyugatra. *I. Manuel* császár elküldte ugyanis *Aristippusszal* ajándékba a normann királynak a híres ókori asztronómusnak, *Ptolemaiosznak* a munkáját: a *Syntaxist*. Megvan ez a kézirat szerencsére ma is, Velencében: *Codex Marcianus 313 saec. X*. Ebben a kódexben olvasható az az epigramma, amelyet az alapos, megbízható fordító, *K. Manitius* 1912-ben kiadott német szövegű „*Ptolemaiosza*” elé tett mottóul:

„Tudom, hogy halandónak és csak napokig élőnek születtem, de amikor elmémmel nyomon követem a csillagok bonyolult körmozgását, nem a földön járok már lábaimmal, hanem Zeusz mellett az isteni ambróziát veszem magamhoz.”

Csakugyan, ebben a szellemben beszél az asztronómiáról a munka legelső fejezete. Mindenekelőtt emlékezteti az olvasót – pontosabban azt a közelebbiről nem ismert *Szyroszt*, akihez a szerző művét intézte – a filozófia két részére: az elméletre (*theória*) és a gyakorlatra (*praxisz*). Majd a háromfelé ágazó elméleten belül a *Fizika*, a *Matematika* és a *Theológia* között keresi az *Asztronómia* helyét – *Arisztotelész* szellemében.

Megállapítja, hogy minden létező: *anyag, forma és mozgás* egyszerre. E három közül egyik sem választható el a másik kettőtől – csak gondolatban. Azzal, ami láthatatlan, örök és mozdulatlan, a Theológia foglalkozik. – A Fizika tárgya viszont az érzékelhető, a folyton változó, keletkező és elmúló – *a Hold alatti világ*. A gondolatban megragadhatóval, a tiszta formákkal, a mennyiséggel, a nagysággal, a térrel és az idővel a Matematika foglalkozik. Ezek a dolgok azonban bizonyos fokig érzék-szerveink számára is hozzáférhetőek. Az Asztronómia pedig a Matematika egyik ága.

Érdekes az is, ahogy megkülönbözteti azt a kétféle mozgást, ami mind a két esetben helyváltoztatás. A mulandó – a keletkező és elmúló – dolgok mozgása *egyenes vonalú*. Az viszont, ami örök – *körmozgást* végez. Ilyen az égitestek mozgása. – Az, ami nehéz és tehetetlen (pasz-

szív) — a középpont felé törekszik, centripetális a mozgása. (A Föld közelében — a Hold alatt — minden lefelé esik; mint az ókoriak gondolták: a Világegyetem középpontja felé törekszik.) Az viszont, ami aktív és könnyű — annak a mozgása igyekszik eltávolodni a középponttól, centrifugális törekvésű. (Ilyennek gondolták az ókoriak a *tűzet*, amelynek a lángja mindig fölfelé tör.)

Rögtön ezután az Asztronómia erkölcsi nevelő hatását emeli ki. Annak a tudománynak a szeretetét akarja ő, maga a szerző is növelni, amely az örökké változatlan dolgokról szól. Nemcsak azokkal az eredményekkel fogja megismertetni olvasóját, amelyeket az előtte járó nagyok ezen a téren elértek, hanem megpróbálja majd kiegészíteni ezt azzal is, amit a tudomány közben, az azóta eltelt viszonylag rövid idő alatt elért. Bár igyekszik mindent fölvenni munkájába, ami a csillagászat szempontjából lényeges, és amit egyáltalán megtudott, mégis rövidebb, tömörebb ismertetésre törekszik a korábbi eredmények összefoglalásában, és csak ott lesz majd részletesebb, ahol újabb felismerésekről beszél.

8. Klaudiosz Ptolemaiosz

Az antik görögség ismerői manapság a „Ptolemaiosz” név hallatára két, egészen különböző dologra gondolhatnak. Hogy elejét vegyük a félreértésnek, jó lesz talán mindenekelőtt szétválasztani a könnyen egybe mosódó képzeteket.

*Ptolemaiosz*nak hívták ti. az i. e. 4. században a világhódító Nagy Sándor egyik vezérét. Minthogy pedig ez a *Ptolemaiosz Nagy Sándor* halála (i. e. 323) után hamarosan Egyiptom királya, a fáraók több évezredes birodalmának örököse lett — az ő halála után pedig utódai uralkodtak a Nílus menti országon mindaddig, amíg *Augustus* a római birodalomhoz nem csatolta Egyiptomot —, ezért a *Ptolemaiosz* név szinte összeforrott a hellenizmus kori Egyiptommal, és különösen ennek új, túlnyomóan görög fővárosával, Alexandriával. Valószínű, hogy az új, görög–egyiptomi királyok szívesebben is nevezték magukat a harciasan hangzó *Ptolemaiosz* névvel, amely mégiscsak a „háborút” jelentő görög *polemosz* szóra emlékeztetett, mintsem hogy a család másik megjelölését, a *Lagidák* nevet használják. *Lagósz*nak hívták ugyan is Nagy Sándor vezérének, az első közelebbről ismert *Ptolemaiosz*nak

az apját, és így joggal megillette őket mint későbbi utódokat a *Lagida* név. De *lagosz* görögül csak „nyulat” jelent.

De mi köze mindennek ahhoz, hogy az asztronómiában még ma is beszélnek „ptolemaioszi világképről”, amely csak *Kopernikusz* elmélete nyomán szorult ki a tudományból? — Voltaképpen nagyon kevés. Bár Egyiptomban élt az a görög csillagász is, akinek nevét a régi elmélet viseli, de nem valószínű, hogy bármi köze lett volna az ő korában már kihalt uralkodó családhoz, a *Lagida Ptolemaioszokhoz*. Igazában a *Ptolemaiosz* név elég gyakori; a hellenisztikus kortól kezdve olyanok is viselték, akiknek makedón vagy közelebbi egyiptomi kapcsolatairól nem tudunk.

A csillagász esetében feltűnő az is, hogy bár a név viselője görög, és természetesen görögül írta számos tudományos munkáját, van a görög mellett egy másik, ehhez sehogy sem illő latin neve is: *Claudius*. Fogalmunk sincs róla: hogyan jutott ennek a kettőnek különös összepárosításához. Nincs kizárva az sem, hogy a *Ptolemaiosz* név csak utalás szülővárosára; ha igaz az, hogy a Felső-Egyiptomban fekvő Thébaisznak „Ptolemais Hermeiou” nevű városában született.

De mit tudunk egyáltalán erről az emberről, akinek a neve szinte még ma is majdnem egyértelmű a *Kopernikusz* előtti asztronómiával? — Igazában semmit. Mindazt, amit elmondhatunk róla, műveiből kell kiolvasnunk.

Bizonyos, hogy időszámításunk 2. századában kellett élnie. *Antoninus Pius* császár nevét meg is említi egy kronológiai adattal kapcsolatban, ami máris utalás időszámításunk 138. évére. Voltak, akik *Ptolemaiosz* életét művének egyes részletei alapján a 100 és 178 közötti évekre datálták. Minden további nélkül föltehető róla, hogy legalább egy ideig Alexandriában működött. A neve alatt fennmaradt művek azt mutatják, hogy egyformán volt asztronómus, matematikus, geográfus, fizikus és kronológus. Nekünk ebben az összefüggésben *Ptolemaioszt*, a csillagászt kell szemügyre vennünk.

Az ókortól kezdve *Kopernikusz*ig több mint 14 évszázadon át az általa képviselt asztronómiai rendszer volt a *tudomány* mind a görög kultúra középkori örököseinél, az araboknál, mind pedig abban az Európában, amely némi késéssel — az arabok közvetítésével — kapcsolódott az ókori görögséghez. Ebből a szempontból *Ptolemaiosz* hatását legfeljebb csak *Arisztotelész* hatása múlta felül.

Ptolemaiosz asztronómiai művei közül mindenekelőtt azt a 13 könyvből álló nagy rendszeres gyűjteményt kell áttekintenünk, amelyet különös módon, de gyakran még ma is félig arab, félig görög szóval *Almagest*nek hívnak. Valószínű, hogy *Ptolemaiosz* ennek a munkának egyszerűen csak a „syntaxis” címet adta, vagy teljesebb megjelöléssel *Mathematiké szyntaxisz tész asztronomiaszról* beszélhetett, ami egyszerűen azt jelenti: *A csillagászat matematikai rendszere*. De korán kiegészíthették ezt a „nagy” jelzővel, és *megalé szyntaxiszt*, *nagy rendszert* emlegettek. Majd hamarosan felső fokba került a jelző, és *legnagyobb rendszer* (*megiszté szyntaxisz*) lett a cím. Ebből csinálták az arabok — saját névelőjükkel (al) kiegészítve — az *Al-Mageszt* megjelölést, mintha tulajdonnévről lett volna szó; és ebből lett a korai latin fordítások címe: *Almagestum*.

Bocsássuk előre, mielőtt áttekintenénk legalább nagy vonásokban a mű tartalmát: az a matematikai-csillagászati rendszer, amelyet *Ptolemaiosz* előad, éppen olyan kevésbé tekinthető egy ember művének, mint ahogy a méltán nagynak tartott *Euklidész* is, amikor i. e. 300 körül megírta a geometria „Elemeit” (amint mondani szokták: „megteremtette az euklidészi geometriát”), igazában nagyon sok elődjének a tudását, műveit foglalta össze. Tulajdonképpen még azt sem állíthatjuk, hogy *a rendszert magát* ő hozta volna létre. Mert igazában még ezen is nagyon sokan dolgoztak már korábban, őelőtte is; *Euklidész* legfeljebb csak *véglegesítette* azt, ami már jóval korábban kialakult.

Bizonyos, hogy így volt ez *Ptolemaiosz* esetében is. Először is rengeteg megfigyelés, ismeret, tudás kellett már ahhoz is, hogy egyáltalán hozzákezdhessenek valamiféle rendszer kidolgozásához. Évszázadokba, sőt évezredekbe telt, amíg az emberiség össze tudta gyűjteni mindazt, ami még csak *előfeltétele* *Ptolemaiosz* művének. Nem férhet kétség ahhoz sem, hogy ennek az anyagnak jelentős hányada nagyon régi, még a görögség előtti időkből származik. Főként Babilont és Egyiptomot szokták emlegetni ebben az összefüggésben. Mai tudásunk szerint az asztronómiának csak a *geometriai rendszere* lehet görög eredetű. *Ptolemaiosz* esetében pedig nemcsak a nála felhalmozott tudás nagy része, hanem még a rendszer maga is régebb keletű. Ő maga pl. gyakran emlegeti őszinte tisztelettel, sőt csodálattal híres görög elődjét, a nikaiai *Hipparkhoszt*, aki 270–280 évvel korábban Rhodosz szigetén működött. Egyáltalán nem titkolja *Ptolemaiosz*, hogy át is veszi *Hipparkhosz* eredményeit, néha módosítja, kiegészíti, korrigálja, vagy legtöbbször egyszerűen megerősíti

őket. Még azok is, akik — mint az egykori francia csillagász, *Jean Baptiste Joseph Delambre* (1749–1822) — néha manapság is keményen bírálják *Ptolemaiosz* pontatlanságait, tévedéseit (már ti. azokat, amelyeket elkerülhetett volna) — még azok is el kell ismerjék: nagy érdeme *Ptolemaiosz*nak, hogy átmentett valamit a nála, úgy látszik, jóval nagyobb tudósnak, *Hipparkhosz*nak művéből. Mert *Hipparkhosz*nak — akit az ókor legnagyobb csillagászának tartanak — közvetlenül csak egy műve maradt ránk, egy ifjúkori munkája, ti. az a kommentárja, amelyet a nála egy századdal korábbi *Aratosz*nak, illetőleg *Aratosz*on keresztül a még régebbi *Eudoxosz*nak a művéhez írt.

9. A hűrtáblázat (Almagest I 10–11)

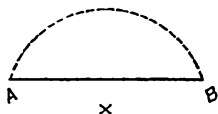
Ptolemaiosz rendkívül sokoldalú tudós volt. Elég szép számban fennmaradt művei közül a tudománytörténet szempontjából legjelentősebb és egyszersmind a legkorábbi is éppen az *Almagest*, amely bennünket — mint már az előző fejezetben is utaltunk rá — mint az ókori asztronómia fő forrása érdekelt. De mielőtt egy pillantást vetnénk ennek mind a 13 könyvére, érdemes lesz itt előbb röviden kitérnünk az antik asztronómiának arra a metamatikai segédeszközére, amely éppen az *Almagest* I. könyvéhez fűződik.

Ebben ugyanis *Ptolemaiosz* rövid bevezetés után nagy vonásokban így kezdi el az asztronómia alapjainak tárgyalását.

Az ég mint gömb forog körülöttünk. Gömb alakú a mozdulatlan Föld is a Világegyetem középpontjában. De méreteit tekintve a Föld szinte csak egy pont a nagy egészhez viszonyítva. Az éggömbön kétféle mozgást különböztetünk meg. — Itt azonban, a tervbe vett feladat vázolója után megszakad az eddig folyamatosnak ígérkező előadás, hogy a szerző közbeiktasson egy, a tudomány egésze szempontjából rendkívül fontos kitérést: a *hűrtáblázat tárgyalását*. Álljunk meg itt mi is egy pillanatra.

Mint ismeretes, az asztronómiának nélkülözhetetlen segédeszköze a *sík- és gömbháromszögtan* (a *trigonometria*, illetőleg a *szférikus trigonometria*). A görögöknél a matematikának ez az ága úgyszólván csak csírájában volt meg. Éppen ezt, a trigonometriát készíti elő az *Almagest* I. könyvének két fejezete: a 10. és a 11. A tárgyalás a következő kérdésből indul ki.

Hogyan viszonylanak egymáshoz egyfelől a kör két tetszőleges pontját összekötő egyenesek (a *húrok*), másfelől pedig azok az *ívek*, amelyeknek végpontjait a húrok összekötik? (Lásd a mellékelt ábrán az $\widehat{AB}$ ívet és az $\overline{AB}$ húrt.) — A körívek nyilván hosszabbak lesznek, mint a végpontjaikat összekötő húrok. De nem tudnánk-e pontosabban is meghatározni egymáshoz való viszonyukat?



Osszuk a kört 360 fokra ($^\circ$), és minden fokot 60 percre ($'$), majd minden percet 60 másodpercre ($''$). Ha mármost a körbe húzható legnagyobb húr — az átmérőt — 120 *hosszúságegységből* állónak vesszük, megállapíthatjuk, hogy a 180° ívnek az a legnagyobb húr felel meg, amelyet 120^p -vel jelölünk. (A p betű ebben az összefüggésben a latin *pars* = „rész” szó rövidítése.) E két összetartozó adatból kiindulva kell megállapítanunk: mekkora húrok tartoznak egyenként a $\frac{1}{2}^\circ$ -tól 180° -ig növekvő ívekhez.

Ptolemaiosz ezt a feladatot körbe írt szabályos sokszögekkel (poligonokkal) oldja meg. A sokszög oldalai ugyanis húrok; a sokszög oldal-száma pedig rögtön azt is megmondja: hányadrésze a 360 fokra osztott kör kerületének a kérdéses húrhoz tartozó ív. Ha pl. a szabályos *hatszöget* vesszük, ennek bármelyik oldala olyan húr, amely a kör kerületének hatodrészéhez tartozik. A kör hatodrése természetesen 60° , mert $\frac{360^\circ}{6} = 60^\circ$; a 60° -os ívhez tartozó húr (a hatszögoldal) pedig éppen 60^p — ha 120^p -nek vesszük a kör átmérőjét —, minthogy a körbe írt hatszög oldala a kör sugarával (az átmérő felével) egyenlő.

A további sokszögoldalak (húrok) hosszúságértékének a kiszámításához többször fölhasználja *Ptolemaiosz* azt a híres, *Pythagoraszról* elnevezett tételt, amely kimondja, hogy *a derékszögű háromszög befogóira emelt négyzeteknek az összege egyenlő az átfogóra emelt négyzettel*. Van ezen a tételen kívül — amelyet nemcsak a csillagászat, hanem az egész geometria lépten-nyomon használ — *Ptolemaiosznak* a húrokról szóló értekezésében még egy másik érdekes tétel, amelyet a későbbi hagyomány magáról *Ptolemaioszról* nevezett el, minthogy éppen nála játszik külö-

nösen fontos szerepet. Voltaképpen ez az ún *Ptolemaiosz-tétel* sem egyéb, mint *Pythagorasz tételének* egyfajta általánosítása. Ez ti. kimondja, hogy minden körbe írt négyszög átlóinak szorzata egyenlő az egymással szemben fekvő oldalak szorzatainak az összegével. (Nem kell egyebet tennünk, mint egy körbe írt téglalapra gondolnunk, és azonnal belátjuk, hogy ebben az esetben a szóban forgó *Ptolemaiosz-tétel* nem is egyéb, mint a *Pythagorasz-tétel* más megfogalmazása.)

Miután az I. könyv 10. fejezete bemutatta – sőt hibátlan matematikai érveléssel *levezette* – azokat a tételeket, amelyek lehetővé teszik, hogy kiszámítsuk az egyes ívekhez tartozó húrhosszúságokat (föltéve, hogy a kör átmérője mindig 120°), a következő, a 11. fejezet $\frac{1}{2}^\circ$ -tól 180° -ig lépésről lépésre, azaz $\frac{1}{2}^\circ$ -ról $\frac{1}{2}^\circ$ -ra növekvő teljes húrtáblázat.

Történeti szempontból érdekes kérdés: mi lehetett a korábbi előzménye ennek a húrtáblázatnak? Az ti. egyáltalán nem valószínű, hogy a „görög trigonometriának” ezt a csíráját *Ptolemaiosz* találta volna ki. Sőt, az egyik híres ókori magyarázó, az az alexandriai *Theón*, aki az i. sz. 4. század végén élt, világosan meg is mondja: írt már egy értekezést 12 könyvben a húrokról *Hipparkhosz* az i. e. 2. században, majd egy másikat 6 könyvben egy *Menelaosz* nevű csillagász az i. sz. 1. század végén. — Erre az adatra építették a történészek azt a feltevésüket, hogy a nagy csillagász, *Hipparkhosz* lett volna a húrtáblázat, és ezzel a trigonometria megteremtője.

A baj csak az, hogy úgy látszik, mindazok, akik ezzel a kérdéssel foglalkoztak a legutóbbi 200 év során, vagy nem olvasták, vagy csak felületesen nézték meg azt a görög szöveget, amelyre elméletüket építették. Önkényes belemagyarázás ti. azt képzelni, mintha *Theón* arról beszélt volna: *Hipparkhosz* volt az első, aki húrtáblázatot állított össze. Ilyesmiről sem *Theón*nál, sem máshol az antik hagyományban soha szó sincs. *Theón* csak azt állítja: már *Hipparkhosz* és *Menelaosz* írtak a húrokról olyasmit, amit az olvasó *Ptolemaiosz*nál is megtalál. Húrtáblázatok ti. minden jel szerint már *Hipparkhosz* előtt is voltak.

10. Az *Almagest* és utóélete

Tekintsük át ezek után nagy vonásokban az *Almagest* további könyveinek a tartalmát.

II. könyv: Rövid összefoglalása annak, amit az antik asztronómia

a Földről mint égitestről tanított. Itt beszél pl. a napfordulók és napéjegyenlőségek déli árnyékáról, a leghosszabb nap időtartamának a földrajzi szélességgel való összefüggéséről, az Egyenlítővel párhuzamos körökről, a *klimáról* stb.

III. könyv: A Nap mozgása és az időszámítás, az esztendő.

IV. könyv: A Hold és a hónapok.

V. könyv: A Hold és a Nap távolsága a Földtől. — Érdekes ezzel kapcsolatban megemlíteni, hogy már az antik asztronómusok tisztában voltak azzal: az elenyészően kis földi méretek nem alkalmasak a csillagászati távolságok mérésére. Lépten-nyomon túl nagy számokkal kellene dolgoznunk. Ezért vezeti be *Ptolemaiosz* mint asztronómiai célokra használható hosszúságegységet: a *Föld sugarát*, amelynek mértékét a meridián hosszának kiszámításából elég jó közelítéssel ismeri. Így jut arra a megállapításra, hogy *a Hold 59 földszugárra lehet tőlünk*. Érdekes ezt rögtön összevetni a mai adattal. A Hold középtávolságát a mai asztronómia 60,267 földszugárra teszi. *Ptolemaiosz* tévedése ehhez viszonyítva *kevesebb mint másfél földszugár*. — Jóval durvább hibát követ el ennél akkor, amikor a Napnak a Földtől való távolságát számítja ki: 1200 földszugárról beszél. Mai számítás szerint ez 23 439 földszugár. (Egyébként jól érzékelteti ezt a távolságot a következő összehasonlítás: óránként 100 km sebességgel haladva 170 év alatt tudnánk megtenni a Föld és a Nap közötti távolságot.)

VI. könyv: A nap- és holdfogyatkozás.

VII – VIII. könyv: 1028 állócsillag katalógusa, valamint a precessió tárgyalása. — Jóllehet *Ptolemaiosz* után 14 évszázadon keresztül az asztronómusok általában ebből a csillagkatalógusból indultak ki, mégis éppen ezzel kapcsolatban sok kritika érte *Ptolemaioszt*. Szemére szokták vetni pl., hogy katalógusa igazában csak *a Rhodosz szigetéről látható csillagokat* sorolja föl. (Az, persze, magától értetődik, hogy az antik asztronómia csak a szabad szemmel látható csillagokat ismerte.) E modern megállapítás ti. egyértelmű azzal, hogy *Ptolemaiosznak* — ha csakugyan az egyiptomi Alexandriából vizsgálta volna a csillagos eget — 58 látható csillaggal többet kellett volna fölvennie katalógusába, mint amennyit csakugyan említ. Mi lehet mármost az oka ennek a hiánynak? — Az újkori magyarázók úgy gondolják, hogy *Ptolemaiosz* ebben az esetben nem is közvetlenül az ég megfigyeléséből indult ki, hanem egyszerűen elővette *Hipparkhosz* hasonló régi katalógusát és „matematikai módszerrel” azt korszerűsítette.

De az a tény, hogy így módon 58 látható csillag *kimaradt* a katalógusból, igazában még csak a kisebbik hiba. Ennél súlyosabban esik a latba, hogy a „korszerűsítésbe” is hiba csúszott. Hogy a tévedés lényegét megértsük, a következőkre kell gondolnunk.

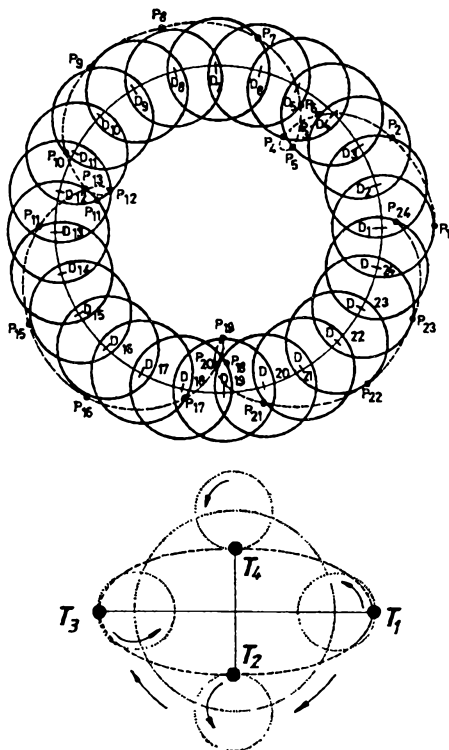
Volt már szó ebben a kötetben korábban („Az antik asztronómia áttekintése” című fejezetben) arról, hogy a nagy görög csillagász, *Hipparkhosz* rájött a *precesszió* jelenségére. (A *tavaszpont*, a tavaszi ekvinokcium bekövetkezésének nyugatra tolódása ez a zódiakuson — modern számítás szerint — évenként 50,3''-cel, tehát ötven egész háromtized másodperccel.) Ezt az eltolódást *egyik évről a másikra* nem lehet észrevenni. *Hipparkhosz* is csak azért tudott rájönni erre a jelenségre, mert alaposan vizsgálva a csillagos eget, némi eltolódást vett észre *a nála jóval korábbi leírásokhoz viszonyítva*. Minthogy pedig az eltérés több megfigyelt esetben szabályszerűnek látszott, *Hipparkhosz* föltette, hogy nem egyszerűen elődeinek a tévedéséről van szó, hanem olyan eltolódásról, amelynek kiszámítható az egy évre eső értéke. Így állapított meg aztán hosszas számításokkal a precesszióra egy *minimumot* és egy *maximumot*, azaz egyet, amelynél kisebb nem lehet, és egy másikat, amelyet (szerinte!) nem léphet túl a precesszió mértéke. A két szélső érték nála: 36'' és 46,8''. Látjuk, hogy a maximum elég jól megközelíti a modern asztronómia precesszióértékét, ami 50,3''.

Ptolemaiosz mármost, úgy látszik, ott követte el a hibát a régi csillagkatalógus korszerűsítésében, hogy 250 évre becsülván a *Hipparkhosztól* az ő koráig eltelt időt, az évi precessziót mindössze 36''-nek vette. — Így módon a csillagok helyére vonatkozó adatai több ízben feltűnően pontatlanok lettek.

A VIII. könyv végén beszél *Ptolemaiosz* a Tejútról, és tárgyalja a csillagglóbusz készítését.

Az utolsó öt könyv (IX—XIII.) a bolygómozgások elmélete. Ebben jutott a modern elmélet legmesszebbre *Ptolemaiosz* világképétől. Elég lesz ebben az összefüggésben csak a következőkre emlékeztetni. A heliocentrikus elmélet kibontakozásának három egymást követő fázisát *Kopernikusz*, *Kepler* és *Newton* nevével jellemezhetjük. *Kopernikusz* elgondolása heliocentrikus ugyan, de az antik példát követve ő még *körnek* képzelte a bolygó Nap körüli útját. Az *ellipszis* alakú pálya gondolatát — az egyik gyújtópontban a Nappal — csak *Kepler* elmélete vezette be. Végül pedig *Newton* alkalmazta először a *dinamika* elveit a bolygómozgásra.

Ptolemaiosz elmélete a bolygók „látszólagos szabálytalanságait” azzal igyekezett kiküszöbölni, hogy föltette: tulajdonképpen egyenletes körmozgásról van szó itt is egy olyan középpont körül, amely közben maga is egyenletes sebességű körmozgást végez a megfigyelő (illetőleg a Föld)



körül. Ez az ún. *epiciklus*elmélet. (Az „epiciklus” éppen *Ptolemaiosz* nyomán használt szakkifejezés, „körön levőt” jelent.) Ezt az epiciklusmozgást szemlélteti az ide csatolt ábra. A *P* betű a bolygót (planéta) jelzi 24 egymást követő helyzetben; *D* (deferens) pedig az a középpont, amely maga is körmozgást végez a nagyobb kör középpontja körül. A szemlélő, aki magát a nagy kör középpontjába képzei (ott áll ti. antik elgondolás szerint a Föld), úgy látja, mintha a *P* pont mozgása szabálytalan volna: hol gyorsabb, hol lassúbb, hol meg retrográd. Erről

a csak *látszólag* szabálytalan mozgásról kapta az égitest a *bolygó* (görög eredetű szóval: *planéta*) nevet. — A másik itt közölt ábra csak arra akarja felhívni a figyelmet: milyen könnyű az epicikluspályát átalakítani ellipszissé. Ha egyenletes körmozgást végez a bolygó egy olyan pályán, amelynek középpontja ugyanannyi idő alatt a bolygóéval ellentétes irányú kört tesz meg, azonnal megkapjuk az ellipszist.

Összegezve megállapíthatjuk: az ókori komplikált, de *kétségtelenül geniális* matematikai (geometriai) rendszer kielégítő magyarázatot ad mindazokra az égi jelenségekre, amelyeket akkor egyáltalán ismertek: a Nap, a Hold és az 5 bolygó mozgására. Ami pedig az állócsillagokat illeti, a leírás hosszú ideig érvényben maradt még azután is, hogy a modern tudomány áttért a geocentrizmusról a heliocentrizmusra. — *Ptolemaiosz* egyébként sokkal inkább matematikus volt, és nem megfigyeléseket végző csillagász. Mielőtt áttérnénk egyéb asztronómiai műveinek vázlatos ismertetésére, meg kell itt emlékeznünk arról is: hogyan hatott az *Almagest* az utókorra.

*

A „nagy rendszernek” kezdettől fogva nagy lehetett a tekintélye. Erre mutatnak a kommentárok, amelyeknek sora — mint tudjuk — alig egy pár évtizeddel *Ptolemaiosz* után már el is kezdődött. (Olyan jelenség ez egyébként, amelyre van példa az ókori tudomány korábbi történetéből is. A 4. századi *Eudoxosz* csillagászati művét már a 3. században versbe foglalta *Aratosz*; kommentárt írt hozzá a 2. században *Hipparkhosz*, és épp ebből az utóbbiból tudjuk, hogy kommentárt írtak *Eudoxosz*—*Aratosz*hoz sokan mások is.) Az *Almagest*-kommentárok közül különösen ki kell emelnünk annak a kiváló, enciklopedikus tudású görög matematikusnak *Papposznak* a művét, akinek irodalmi működése, úgy látszik, *Diocletianus* császár uralkodásának (284–305) az éveire esett. Bár nem tudjuk, tárgyalta-e *Papposznak* ez a nagyrészt elveszett munkája az egész *Szyntaxist*, vagy ennek talán csak az első 6 könyvét. Megmaradtak belőle az 5. könyv végére és a 6-ra vonatkozó részek. — Viszont valószínű, hogy a másik híres kommentátor, az alexandriai matematikus, *Theón*, aki valamivel később működött (380 körül), értékesítette *Ptolemaiosz*-magyarázataiban *Papposz* művét. *Theón* kommentárja fennmaradt, és csakugyan sok esetben ennek alapján értjük jobban *Ptolemaioszt*. Fölteszik, hogy magyarázta *Ptolemaioszt* *Theón*

leánya, a híres matematikus, *Hypatia* is. A foglalkozás *Ptolemaiosszal* Alexandriában ebben az időben állandóan napirenden lehetett.

De alighanem éppen *Hypatiával* zárult ez a sor. Az Egyiptomban is egyre inkább megerősödő kereszténység gyanakvó szemmel figyelte a pogány filozófusokat, tudósokat. *Hypatiát* pl. megkövezték. Alexandria örökét a türelmesebb nesztorianus keresztények vették át Antiochia, Edessza és Niszibisz városokban. Így fordították *Ptolemaioszt* először szír nyelvre; kezdetben ezen keresztül ismerkedtek meg vele az arabok. De megismerték azután az arabok a 8. században, különösen e század végén, *Harun al-Rasíd* uralkodása alatt, már az eredeti görög szöveget is. Hamarosan egész sor arab fordítás és kommentár terjesztette nemcsak a *Szyntaxis*nak, hanem annak a *Tetrabiblosz*nak az ismeretét is, amelyről a későbbiekben szó lesz még.

Nyugatra *Ptolemaiosz* ismerete az arab Hispánián keresztül jutott el. A 10–12. században jelentős arab asztronómiai iskolák működtek Córdoba, Sevilla és Toledo városokban. Ahogy aztán a keresztények egymás után hódították vissza ezeket a városokat az araboktól, sor került az arabon keresztül *Ptolemaiosz* spanyol és latin fordításaira. *Ptolemaiosz*nak első híres, az arab nyomán készült latin fordítását *Barbarossa* császár udvari orvosa és asztrológusa, a *cremonai Gerhard* készítette. Amikor tudomására jutott, hogy az arabok sok olyan görög szerzőt ismernek, akiről Itáliában akkoriban még csak nem is hallottak, elment Toledóba, megtanult arabul, és évekig fordítással töltötte minden idejét. Csak élete végén tért vissza Itáliába, Cremonába, ahol 73 éves korában, 1187-ben halt meg. Nem kevesebb mint 71 tudományos munkát fordított latinra, sokat — szerénységből — nevének föltüntetése nélkül. *Ptolemaiosz* művei közül elsőnek az ő latin fordítását nyomtatták ki 1515-ben Velencében.

De készített egy másik *Ptolemaiosz*-fordítást latinra *II. Frigyes* császár parancsára 1230 körül egy bizonyos *Eugenius* is, aki „egyformán tudott mind arabul, mind görögül”. Úgy látszik, ez a fordító az arabon kívül megnézhetette — legalább helyenként — a görög szöveget is.

Közben Bizánc sem feledkezett meg egészen *Ptolemaioszról*, bár nincs nyoma annak, hogy itt elmélyedő asztronómiai tanulmányokat folytattak volna. Említettük már, hogy *I. (Komnenosz) Manuel* császár, a magyar *I. (Szent) László* leányának, *Piroskának* a fia, ajándékozott egy *Syntaxis*-kéziratot 1158-ban *I. Vilmos normann királynak*, amelyet rögtön

ezután le is fordítottak latinra. (A kézirat ma Velencében: *Codex Marcianus 313 saec. X.*)

Konstantinápoly bukása után, amikor a török elől menekülő görögök sok, addig ismeretlen, régi kéziratot hoztak magukkal nyugatra, *V. Miklós* pápa titkárát, a görög *Georgiosz Trapezuntioszt* bízta meg *Ptolemaiosz* latinra fordításával. A munka rendkívül gyorsan el is készült, de kedvetlenül fogadtatásra talált. Ezért csakhamar hozzákezdett az új fordításhoz — többek között — a híres *Bessarion* kardinális; tőle azonban hamarosan átvette ezt a feladatot *Georg Peurbach* (szül. 1423-ban Peurbachban) és *Johannes Müller* (szül. 1436-ban); az utóbbit a tudománytörténet inkább *Regiomontanus* (königsbergi) néven ismeri. Ezzel pedig már közel jutottunk ahhoz a korhoz, amikor *Ptolemaioszt* fölváltja *Kopernikusz* elmélete.

A középkorban mindenütt, ahol egyáltalán ismerték, nagyon tisztelték *Ptolemaioszt*. Az újkorban legkíméletlenebbül a már említett francia *J. B. J. Delambre* kritizálta — szemére vetvén különösen pontatlanságait, és azt a tényt, hogy sokszor ott, ahol eltér elődjétől, *Hipparkhosztól*, a konkrét megfigyelés helyett inkább csak kiszámította, mennyiben kell eltérnie tőle. — Ilyen kritikus hangok *Ptolemaioszról* néha még ma is szóhoz jutnak. De ma már inkább azzal próbálják mentesíteni egyesek, hogy a nagy *Szyntaxis* tulajdonképpen csak ifjúkori munkája volt *Ptolemaiosznak*; egyik-másik későbbi művében részben már ő maga korrigálta korábbi pontatlanságait. — De igazában minden vele szemben emelt kifogás eltörpül, ha arra gondolunk, hogy *Ptolemaiosz* nélkül vajmi keveset tudnánk a görög asztronómia nagy eredményeiről.

Kisebb asztronómiai munkái közül meg kell itt még említenünk az alábbiakat:

A *Fázisok* két könyve az állócsillagok fel- és letűntéről szól — időjárási naptárral egybekötve. A 4 fázist aszerint különbözteti meg, hogy adott időpontban az állócsillagnak, amely a látszólagos nappálya (az ekliptika) közelében helyezkedik el, hajnali (1) vagy esti (2) *felkeltéről*, illetőleg hajnali (3) vagy esti (4) *lenyugvásáról* beszélünk-e. — Abban az időszakaszban, amelyre az esti lenyugvás és a hajnali feljövétel jellemző, persze, *nem látható* a kérdéses csillag. Ebben a szakaszban ti. nappal van fönn, amikor a Nap fényétől nem látjuk. — A fázisok sorrendje az északi és a déli csillagoknál eltérhet az előbb felsorolttól. — Érdekes gondolat, hogy a csillagok fázisai nemcsak általában az évszakokra jellemzőek — ami természetesen egyezik a mi elgondolásunkkal —, hanem hogy

ezen túlmenően is befolyásolják az időjárást. De antik elgondolás szerint is: ez csak az erős fényű csillagokra áll.

Ptolemaiosz a fázisok tárgyalásában délről észak felé haladva a lakott területnek, az ún. *oikoumenének* 5 *klímáját* különbözteti meg aszerint, hogy egy-egy területen az év leghosszabb napja $13\frac{1}{2}$, 14, . . . , illetőleg $15\frac{1}{2}$ napéjegyenlőségi óra. A 12 hónapra beosztott időjárási naptárt pedig a csillagok fázisai szerint főleg Alsó-Egyiptom és Rhodosz vidékére vonatkoztatja. — Az *Almagest*hez viszonyítva lényegesen újat nem ad ez a munka, inkább csak azokhoz szól, akik a „nagy rendszer” helyett beérik ennek a részletkérdésnek a tanulmányozásával. — Nagyjából ugyanez érvényes a másakra, a *Hipotézisek* két könyvére. A bolygók mozgásának egyszerűsített összefoglalása ez. A két könyv közül csak az elsőnek van meg (az arab változaton kívül) eredeti görög szövege; a másik csak arab fordításban maradt ránk.

Fontosabbak ennél az ún. *Kézi táblázatok*, amelyeket, úgy látszik, a későbbi korok állandóan használtak, sőt helyenként ki is egészítettek. Érdemes lesz itt áttekinteni ezeknek a táblázatoknak 5. könyvét.

Az I. könyv földrajzi és kronológiai táblákból áll, mégpedig az alábbi hármas összeállításban:

- a) a legfontosabb városok, földrajzi helyek szélessége, hosszúsága;
- b) a helyi időre vonatkozó táblázatok;
- c) kronológiai szempontból különösen fontos az uralkodók táblázata. Asztronómiai számításokkal egybekötve sorolja föl perzsa, babiloni és egyiptomi királyok, római császárok listáját *Antonius Piusig* — trónra kerülésük évszámával együtt. (Érdekes, hogy egymás után két listát ad: az egyik *Nabukodonozortól Nagy Sándorig*, a másik pedig *Nagy Sándortól* sorolja föl az uralkodókat.)

Ugyanennek a munkának II. könyve a Nap és Hold mozgására, a III. a állócsillagokra, a IV. a bolygókra, az V. pedig a nap- és holdfogyatkozásokra vonatkozó adatokat foglalja táblázatokba.

Ptolemaiosznak egy másik munkája, az *Analéma* című a napóra szerkesztéséről szól. Ezt elég korán megismerték Európában is; már a 13. századból van latin fordítása.

A *Planisphaerium* azt tárgyalja, hogyan lehet a gömbfelületet a síkban ábrázolni. Mind ez a munka, mind pedig az *Analéma* azt is bizonyítja, mennyire otthon volt *Ptolemaiosz* az alkalmazott matematikában is.

Végül pedig meg kell még említenünk az asztronómiával kapcsolatban *Ptolemaiosznak* egy olyan munkáját, amely a csillagokkal foglalkozik

ugyan, de amelyet az újkori felfogás már szigorúan elkülönít a tudománytól. A négy könyvből álló *Tetrabiblosz* ez, amelyet néha másik címen mint *Apoteleszmatikát* emlegetnek. Az utóbbi megjelölés a „teljességhez, a sikerhez tartozó dolgokra” utal. Mi ugyanis vagy *asztronómiáról* – azaz a csillagokról szóló *matematikai tudományról* – beszélünk, vagy *asztrológiáról* – értvén ez utóbbin a csillagjóslást, a horoszkópkészítést és a többi ehhez hasonlót.* – Az ókorban ez a kettő még nem vált el ennyire élesen egymástól. Természetesen *Ptolemaiosz* is tisztában van azzal, hogy a csillagokból való jóslás távolról sem olyan biztos és jól megalapozott valami, mint a csillagok matematikai tudománya. Hangsúlyozza ezt mindjárt a *Tetrabiblosz* bevezetésében. De aztán az I. könyv mégis beszél a planéták jótékony vagy káros hatásáról, a nemek szerint felosztott, férfi és női, valamint a nappali és az éjszakai csillagzatokról. A II. könyv általános asztrológia; milyen hatással vannak a csillagok a különböző népekre, és az egyes földrajzi egységek lakóira. A III. és IV. könyv viszont az egyén szempontjából kedvező és kedvezőtlen konstellációkat tárgyalja.

Hiba volna elhallgatni, hogy *Ptolemaiosznak* ez a munkája éppen olyan nagy hatással volt az utókorra, mint a másik, az *Almageoszt*. A különbség talán inkább csak abban áll, hogy más köröket érdekelt a *Szyntaxis*, és mások fordultak kíváncsi érdeklődéssel a *Tetrabiblosz* felé.

Ptolemaiosz egyéb, nem asztronómiai jellegű műveit más összefüggésben fogjuk érinteni.

11. A csillagos éggömb

Jól szemlélteti a filozófiai spekulációtól egyre inkább függetlenedő asztronómia kibontakozását *Ptolemaiosz* művében az a fejezet (*Alm.* I 2), amely elmondja: hogyan alakult ki véleménye szerint a geocentrikus világömb gondolata.

Az emberek megfigyelték, hogy a Nap, a Hold és az égitestek, mind keletről nyugatra, *párhuzamos köröket* írnak le. Észrevették, hogy ezek az égitestek, amikor láthatóvá lesznek az égbolton, úgy emelkednek

* Jegyezzük meg, hogy igazában még a két név szigorú megkülönböztetése is – tehát vagy asztronómia, vagy asztrológia – újkori eredetű. Az ókori szóhasználat sokszor említ *asztrológiát* ott is, ahol szerintünk az *asztronómia* megjelölés volna helyes.

a magasba, mintha a Föld alól jönnének elő. Egyre feljebb és feljebb jutnak az égbolton, majd amikor elérték pályájuk legmagasabb pontját, a kulminációt, kezdenek nyugati irányban lefelé menni. A körív első, emelkedő felének megfelel nyugaton egy másik, ugyanakkora lefelé mutató ív. Nyugaton úgy lesznek láthatatlanná az égitestek, mintha a Földre hullanának. De aztán egy idő múlva újra megjelennek keleten ugyanazok az égitestek, és megint előről kezdődik ugyanaz a folyamat. Feltűnik az is, hogy mind az időszakasz, amely alatt nem láthatók az egyes égitestek, mind pedig a hely, ahol felkelni, illetőleg lenyugodni látszanak, szabályszerű rendben felelnek meg egymásnak.

De még inkább elősegítette az ég gömb alakjának felismerését — folytatja *Ptolemaiosz* ugyanezt a gondolatmenetet — azoknak a csillagoknak a megfigyelése, amelyek valamely adott helyről szemlélve *mindig láthatók*, azaz: amelyeknek nincs felkelésük és nincs lenyugvásuk. Úgy látjuk, mintha ezek a „mindig látható” csillagok 24 óra alatt az ég egy meghatározott pontját — a Sarkcsillag közelében van ez a pont — újra meg újra körüljárnák. Az a pont, amelyet a „mindig látható” csillagok 24 óra alatt egyszer megkerülni látszanak, a világ *pólusa*, a képzeletbeli tengely végpontja. Minél közelebb van valamely csillag a pólushoz, annál kisebb, és minél messzebb van tőle, annál nagyobb az a kör, amelyet 24 óra alatt a tengely körüli forgás során megtesz.

Minél nagyobb a kör, amelyet valamely „mindig látható” csillag a pólus körül leír, annál közelebb van az ilyen csillagpálya a „felkelő és lenyugvó” csillagok köréhez. A pólustól számított sorrendjüket tekintve az első ilyen „felkelő és lenyugvó” csillagok még csak rövid időre lesznek láthatatlanná a horizont alatt. De amilyen mértékben növekszik a pólustól való távolság, úgy hosszabbodik az az időszakasz is, amelyet a „felkelő és lenyugvó” csillag a 24 órából a horizont alatt tölt.

Mindezek a megfigyelések arra vallanak — vonja le belőlük *Ptolemaiosz* a következtetést —, hogy a világ csak egy hatalmas gömb lehet. Ez a gömb maga végez tengely körüli forgást a rajta levő és egymáshoz viszonyítva mozdulatlan állócsillagokkal együtt.

Ezt követően *Ptolemaiosz* határozottan állást foglal egyes névvel meg nem nevezett filozófusok ellen, akik mást tanítottak a csillagokról. Voltak pl. olyanok, akik úgy gondolták, hogy a csillagok egyenes vonalú mozgást végeznek az űrben. (Ez némileg emlékeztet a démokritoszi atomok egyenes vonalú zuhanására az űrben — amint erre majd kitérünk az antik *fizikáról* szóló részben.) De hogyan lehetne összeegyeztetni ezt

a gondolatot az imént vázolt megfigyeléssel – kérdezi *Ptolemaiosz* –, azzal ti., hogy az állócsillagok útja 24 óra alatt egy-egy párhuzamos körpálya a pólus körül?

Utána még határozottabban állást foglal *Ptolemaiosz* egy másik filozófustanítással szemben, ti. az ellen a gondolat ellen, hogy a csillagok felkelése *kigyulladás*, lenyugvása pedig *kialvás* lenne. (Eszerint valószínűsítő tűzkigyulladásról és -kialvásról kellene beszélnünk.) Nevetéséssé teszi ezt az elképzelést főként két megfigyeléssel. Egyrészt ti. arra emlékeztet, hogy „kelet” és „nyugat” nagyon relatív fogalmak. Az, ami az olyanok számára, akik a Föld egyik pontján – mondjuk *A* pontban – élnek, „kelet”, ugyanaz a tőlük jóval keletebbre – mondjuk *B* pontban – élők számára „nyugat”. Mert, amikor az *A* pontból megfigyelők valamely állócsillagot éppen felkelni látnak, ugyanakkor a *B* pontban élők ugyanazt a csillagot éppen lenyugodni látják. Az, ami az egyik számára „kigyulladás”, ugyanakkor a másik számára „kialvás” kellene legyen. Márpedig nincs olyan dolog, amely egyszerre lehetne önmaga és önmagának az ellentéte.

De ugyanígy relatív fogalmak a „mindig látható” meg a „fölkelő és lenyugvó” csillag is. Tapasztalatból tudjuk, hogy vannak a Földnek olyan délre eső tájai, ahonnan szemlélve bizonyos csillagok a „fölkelő és lenyugvó” kategóriába tartoznak. Az ilyen csillagok tehát az itt élők számára – a teória értelmében – „kigyulladások és kialvók”. De ha ezekről a tájakról jóval északabbra megyünk, akkor a korábban „fölkelő és lenyugvó” csillagoknak legalább egy része „mindig láthatóvá” lesz. Ezzel pedig értelmetlenné válik a „kigyulladás és kialvás” egész elmélete.

Ptolemaiosz nem nevezi meg azokat a filozófusokat, akiknek az elgondolását cáfolja. Csak *Kleomédész* párhuzamos szövegéből tudjuk, hogy *Epikurosz* volt az, aki a csillagok „kigyulladásáról és kialvásáról” beszélt.

Persze, nem kell azt hinnünk, mintha a „függetlenedés a filozófiai spekulációtól” az antik asztronómia esetében nagyon messzire jutott volna. Ugyanaz a *Ptolemaiosz*, aki megsemmisítő cáfolattal sújtja *Epikurosz* előbb említett naiv elméletét, többek között ezzel a spekulatív érveléssel is igyekszik alátámasztani azt a tételt, hogy az ég gömb alakú.

Az ég anyaga, az *éter* természetesen csak a legfinomabb és legegyszerűsebb molekulákból állhat. Az ilyen molekulákból létrejött síkidom nyilvánvalóan *kör*, ha pedig háromdimenziós test, akkor csak *gömb* lehet. Majd így folytatja:

„Ugyanílyen eredményre vezet még ez a megfontolás is. A természet minden földi és mulandó testet kör alakú, de egyenetlen molekulákból épített föl; az éterben mozgó isteni testek viszont egyenletes, gömb alakú molekulákból állanak. Ha ugyanis ezek a testek csak korong alakúak volnának, akkor nem látnánk őket a Föld bármely pontjáról kör alakúnak. Ezért logikus (görögül: „*eulogon*”), hogy az őket körülvevő éter is gömb alakú legyen és körmozgást végezzen.”

Érdemes azonban kiemelni ebből a fejezetből még egy olyan gondolatot, amelyet ma is elfogadunk teljes egészében — jóllehet premisszáit csak részben tudjuk magunkévá tenni.

Minthogy *Ptolemaiosz* az eget gömbnek tartja, amelynek középpontjában a viszonylagos méreteit tekintve „pontoszerű” Föld áll, föl kell tennie azt is, hogy az égboltozatnak *minden pontja egyenlő távolságra van a Földtől (a középpontból)*. Igaz, elgondolása szerint különböző nagyságú koncentrikus gömbökről van szó, de ezeknek a gömböknek külön-külön mégis minden pontja egyenlő távolságra kell legyen a közös középponttól, a Földtől. Más szóval: a fölkelő vagy lenyugvó Hold és Nap *nem lehetnek közelebb* a Földhöz, mint a mennyboltnak azok a pontjai, ahol ezek az égitestek kulminálnak.* De miért van akkor mégis az, hogy a felkelő vagy lenyugvó Holdat és Napot *jóval nagyobbak látjuk*, mint akkor, amikor ugyanezek az égitestek elérik pályájuk legmagasabb pontját? Nem azért-e talán, mert mind a Nap, mind a Hold fölkeléskor és lenyugváskor *mégiscsak közelebb vannak hozzánk*? — *Ptolemaiosz* erre azt feleli:

„A horizont közelében nem azért látjuk nagyobbak ezeket, mintha közelebb lennének hozzánk. [Ez csak optikai csalódás]**, amely következik a kipárolgásból és abból a nedvességből, amely betölti a levegőt szemünk és a horizonton megjelenő égitest között. A vízbe dobott tárgy is nagyobbak látszik a vízen keresztül, mint a puszta levegőn át...”

A magyarázat az említett jelenségre ma is ugyanaz, jóllehet a mi premisszáink már távolról sem azonosak *Ptolemaiosz* premisszáival.

* A valóságban, persze, sem a Hold, sem a Nap távolsága a Földtől nem állandó mennyiség.

** A zárójelbe tett szavak csak értelem szerint következnek *Ptolemaiosz* szövegéből.

12. A mozdulatlan Föld

Ptolemaiosz egy-egy fejezetet szentel az alábbi tételek részletes kifejtésének:

- a Föld éppen úgy gömb alakú, mint körülötte az égbolt;
- ez a Világegyetem középpontja;
- a Föld a Világegyetem egészéhez viszonyítva *pontszerű*; és végül:
- a Föld *nem* végez helyváltozással járó mozgást.

Elég ennek a négy fejezetnek a címét így áttekinteni, aztán észrevenni, hogy közülük a legutóbbi azzal a határozott kijelentéssel kezdődik: „*A Föld egyáltalán semmiféle mozgást sem végez*”, és máris fölmerül bennünk a kérdés: „Ugyan miért kell *Ptolemaiosz*nak ezt a tételt ilyen határozottan hangsúlyoznia?” Csak nem azért talán, mert voltak az ókorban is olyanok, akik – ugyanúgy, mint később *Galilei* – azt vallották, hogy „*és mégis mozog a Föld*” (*eppur si muove*)? Ez az akaratlanul is fölmerülő gyanú feltétlen bizonyosság lesz, ha figyelmesen tanulmányozzuk a kérdéses fejezetet. *Ptolemaiosz* csakugyan egy olyan másik, mint ma mondanánk: az *övé*nél jóval *progresszívebb* ókori vélemény ellen hadakozik, amely már évszázadokkal korábban azt hirdette, hogy *a Föld mozog*.

(Zárójelben itt ebből mindjárt levonhatjuk a tanulságot: az a tudomány, amely pillanatnyilag a legjobban kidolgozottnak látszik, és amelyet az értelmesen gondolkozó emberek nagy része egy időben el is fogad mint *nyilvánvaló igazságot*, könnyen egyszerű tévedés is lehet. Mert íme, egy időben *Ptolemaiosz* véleménye volt a tudomány; azt pedig, amit cáfolni igyekezett, egyszerűen agyrémnek tartották. Ma pedig éppen fordítva áll a helyzet.)

Egy szempontból azonban mégis csalódás vár azokra, akik feszült figyelemmel, fölcsigázott érdeklődéssel veszik kezükbe ezt a fejezetet. Mindenki azt várná ugyanis, hogy a geocentrizmust valló *Ptolemaiosz* most majd a heliocentrizmus és annak legnagyobb ókori képviselője, *Arisztarkhosz* ellen foglal állást. Hiszen ő (*Arisztarkhosz*) volt az, aki azt tanította, hogy *nem* a Nap jár a Föld körül, hanem megfordítva: a Föld a Nap körül. Ne felejtjük el azt sem, hogy a heliocentrizmust valló *Arisztarkhosz*nak szükségszerűen tanítania kellett a Föld *kétféle* mozgását: egyrészt a tengely körüli *forgást*, hogy megmagyarázza a nappal és az éjszaka váltakozását, másrészt pedig a *keringést* a Nap körül, hogy számot tudjon adni az esztendőről és a négy évszakra. *Mind*

a kétféle mozgás elválaszthatatlan a heliocentrizmustól; egyikről sem mondhat le az, aki a Napot tartja a középpontnak.

Ptolemaiosz azonban abban a fejezetben, amelyben a Föld mozdulatlanságát bizonyítgatja, még csak meg sem említi *Arisztarkhosz* nevét. Pedig nyilvánvaló, hogy jól ismerte ő is ezt a kiváló szamoszi csillagászt, hiszen több ízben utal is az *Arisztarkhosz* által végzett nyárnapforduló-megfigyelésekre. De mégsem *Arisztarkhosz* heliocentrizmusát utasítja el *Ptolemaiosz*; az, amivel ő vitába száll, jóval kevesebb ennél, mert ő egyszerűen csak az ellen a gondolat ellen foglal állást, hogy *nem az égbolt forog a Föld körül*, hanem a Föld végzi forgását saját tengelye körül; ez lenne az oka a nappalok és éjszakák váltakozásának... És hozzá mindaz, amit *Ptolemaiosz* latba tud vetni ez ellen az utóbbi magyarázat ellen, olyan egyértelműen szól éppen amellett, amit meg akarna cáfolni, és olyan világosan leleplezi a ptolemaioszi elmélet gyengéit, hogy a modern olvasó nem hisz a szemének: mintha *Ptolemaiosz* előre éppen azok ellen az újkori gondolkozók ellen akart volna állást foglalni, akik — legalábbis a mi szemünkben — végleg megcáfolták *Ptolemaioszt*. Mert nézzük csak sorjában az alábbi pontokat:

1. *Ptolemaiosz* mindenekelőtt elismeri, hogy az általa hamisnak tartott magyarázat (a Föld tengely körüli forgása) *egyszerűbb*, mint az a másik, amelyet ő képvisel: az Ég forgása a Föld körül. De mégis nevetségesnek minősíti az ellenkező véleményt — nagyjából ilyen indokok alapján.

2. Hogyan végezhetne a Föld, amelynek anyaga, összetétele jóval durvább, mint az éter (az Ég) anyaga, ilyen elképzelhetetlenül gyors mozgást 24 óra alatt? — Érdekes, hogy arra a gondolatra egyáltalán nem tér ki *Ptolemaiosz*, hogy hiszen még ennél is jóval nagyobb sebességű mozgással kellene számolnunk akkor, ha csakugyan az egész égbolt fordulna meg 24 óra alatt a saját tengelye körül.

3. Ha a Föld csakugyan nyugatról keletre forogna olyan iszonyú sebességgel, amint azt a másik elmélet hívei hirdetik, nem kellene-e akkor a Földön mindennek — pl. a felhőknek — állandóan visszamaradniuk, vagy pláne állandó mozgásban lenniük nyugat felé? — kérdezi *Ptolemaiosz*. Mert az aligha képzelhető el — folytatja tovább ugyanezt a gondolatmenetet —, hogy ezek is mind ugyanolyan sebességgel, mint a Föld, és éppen olyan észrevehetetlenül, mint amaz, kelet felé száguldjanak.

4. Vagy ha még feltételezzük is, hogy a levegő, az egész atmoszféra, részt tud venni valahogy a Föld nagy sebességgel végbemenő forgásában

kelet felé, hát az hogy lehet, hogy még a Földtől elszakadó és az atmoszférába belekerülő test — tehát pl. a fölhajított kő — is úgy viselkedik, mintha sem a Föld, sem az atmoszféra semmi kelet felé tartó mozgást nem végezne?

Önmagukért beszélnek ezek a pontok, nem kell kommentár hozzájuk. Inkább nézzük meg azt, milyen egyéb érdekes gondolatot találunk még *Ptolemaiosz*nál ebben a Föld mozdulatlanságát bizonyító fejezetben.

Arisztotelész azt tanította, hogy a „nehéz testek” a Világegyetem középpontját keresik. „Természetes mozgásuk” a centripetális törekvés. Ezt a tanítást teszi magáévá *Ptolemaiosz* is. Ebből pedig mindjárt következik a Föld mozdulatlansága. Mert ókori elképzelés szerint ez a nehéz test eljutott már a középpontba; mozduatlanná lett, nincs már számára olyan további centrum, amely felé még törekedhetnék. *Ptolemaiosz* úgy gondolja, inkább a szabadesésről kell még ebben az összefüggésben szólnia.

A szabadesés nem egyéb, mint az imént említett centripetális mozgás. Ennek az iránya mindig merőleges a vízszintesre, azaz a gömb alakú Föld egyik érintőjére. A szabadon eső test — ha nem állná útját a Föld felszíne — meg sem állna a Föld és a Világegyetem kellős közepéig.

De hogy van az, hogy az olyan hatalmas és nehéz Föld meg sem inog soha, nem is lebeg, hanem szilárdan áll a középpontban? — kérdezik majd egyesek. *Ptolemaiosz* a kérdésre kettős választ ad. Egyrészt ti. utal arra, hogy a Föld a Világegyetem óriási arányaihoz mérten csak egy elenyészően parányi pont. Nincs abban semmi csodálatos, hogy ez a „pont” nem esik le. Másrészt, persze, igaz az, hogy a Föld óriási, szinte végtelenül nagy mindazokhoz a testekhez mérten, amelyek feléje zuhannak.

Egyébként azonban a Világegyetemben — a Földhöz viszonyítva — nincs „lent” és „fönt”, mert minden irány egyenrangú a többivel. — Azt, hogy ez az utóbbi helyes megállapítás ellentmond *Arisztotelész* tanításának a „nehéz és könnyű testekről”, *Ptolemaiosz* különös módon nem veszi észre.

IV. FÖLDRAJZ

1. Az előzmények

Ha történeti szempontból vizsgáljuk a klasszikus ókor *földrajzi ismereteinek* a kibontakozását, három egymást követő korszakot különböztetünk meg. Az első a *hellenisztikus kor*, amely rendszeresen megalapozta ezt a diszciplínát. Persze, tévedés volna azt hinni, mintha nem lett volna földrajz már korábban is. Nemcsak hogy volt, hanem az is bizonyos, hogy a hellenisztikus földrajz nagy része jóval régebbi korok tudásának, kutatásának az összegezése. De ettől az időtől szokás számítani ennek a tudománynak a történetét, mert egyrészt Alexandriában bukkant föl először a *geographia* elnevezés — a „föld leírása”, vagy szó szerint: „föld-*rajz*” —, másrészt pedig azért, mert ekkor kezdődött ezen a téren is a nagyobb arányokban és rendszeresen megszervezett kutatás.

Második az a szakasz, amelyben a földrajzra rányomja bélyegét a *rómaiak hatása*. Ez nagyjából az időszámításunk előtti utolsó másfél évszázad. — Végül pedig a harmadik a *római császárság korának föld-rajza*.

De mielőtt áttekintenénk főbb vonásaiban ezt a három korszakot, érdemes lesz visszapillantanunk a tudomány kibontakozását megelőző századok földrajzára.

Bár az ókori görögök minden tudomány történetét Homérosszal szokták kezdeni — gondoljunk pl. *Sztrabón* művének bevezető részeire —, az epikus kor földrajzáról igazában nem sokat mondhatunk. Nyilván ismerték már akkor az egész kisázsiai partvidéket, a szigeteket, és az európai Görögországból nemcsak azokat a részeket, ahol ma is görögök élnek, hanem ugyanígy Trákiát és a mai Albániát is. Tudtak a messze távolban élő aithiopszokról — az *Odysszeia* szerint (I 23 k.): Keleten meg Nyugaton —, de minden, ami ezen túl van, többé-kevésbé a mítosz ködébe veszett. A Földet lapos korongnak képzelték, amelyet a távolban a mesés Ókeanosz vize vesz körül. (Lehet, hogy ezt az utóbbi gondolatot *részben*

még *Thalész* is átvette a 6. században. A Föld nála: víz hátán úszó sziget.)

Nagyobb arányú földrajzi ismeretekre vezetett a gyarmatosítás kora az i. e. 7. századtól. A gyarmatosítók, mint az eposz hőse, *Odyszeusz*, megismerték „sok népnek a városát és esze járását”. Konkrétan ez úgyszólván az egész Fekete- és Földközi-tenger partvidékét jelentette. Ez a mozgalom vezetett annak az irodalmi műfajnak a megteremtéséhez, amelynek képviselőit a hagyomány — mint a történetírás előfutárait — *logographusok* néven tartja számon. Igazában, persze, nem annyira történetírásról volt itt szó, mint inkább messze földek leírásáról, az ott élő népek jellemzéséről, szokásaik és ezzel együtt múltjuk egy-egy érdekes részletének elmondásáról. Részben ezt a műfajt képviseli még az 5. századi *Hérodotosz* is, aki munkájában kutatásainak összefoglalását adja. A kutatást, a közvetlen tapasztalásból származó ismeretszerzést az archaikus görög nyelv a „*hisztorié*” szóval jelölte; csak később kapcsolódott ehhez a kifejezéshez az a jelentés, ami számunkra a latin *historia* fogalom. A *Hérodotosz* előtti *logographusok* művében még nagyobb szerepe volt a leírt földek körülhajózásának (görögül: *periplusz*) vagy körüljárásának (*perihégészisz*). Ezért csatoltak leírásukhoz mindjárt térképet is, mint pl. a 6. századi *Hekataiosz*.

De a gyarmatosítás, az utazáshoz kapcsolódó közvetlen ismeretszerzés idegen tájakról csak egyik indítéka volt a kibontakozóban levő földrajznak. Tán még ennél is fontosabb volt az, hogy az i. e. 6. században az első ión természetbölcselek, a milétoszi *Thalész* és *Anaximandrosz* olyan kérdéseket vetettek föl: Mi a Föld egésze? Milyen az alakja, és hol helyezkedik el a kozmoszon belül? — *Anaximandrosz* azt tanította, hogy a Föld mozdulatlanul áll a Világegyetem középpontjában. Ezzel a gondolattal kezdődik a *geocentrikus elmélet*. — Nem bizonyos, hogy beszélt-e *Anaximandrosz* a Föld gömb alakjáról is, bár találkozunk ilyen állítással legalább az egyik rá vonatkozó hagyományban. A másik, a modern kutatás szerint jobban megalapozottnak látszó hagyomány azt állítja, hogy *Anaximandrosz henger alakúnak* gondolta a Földet a kozmosz közepén.

Nem tudjuk hát, kitől származik a Föld gömb alakjának a fölismerése: *Anaximandrosztól*-e, vagy valamivel később *Pythagorasz*tól, esetleg *Parmenidész*től? De nyilvánvaló, hogy ez a fölismerés mindjárt olyan újabb kérdéseket vetett föl, amelyek szükségessé tették a korábbi tapasztalatból származó földrajzi ismeretek átértékelését.

Viszonylag könnyű volt pl. térképet rajzolniuk addig, amíg a Földet nagyjából lapos korongnak képzelték. Föl lehetett tüntetni az ilyen vázlaton a tengert, a szigeteket és a nagy összefüggő szárazföldet (a kontinenst), a partok vonalát, a folyókat, a sík területet és hegyeket, helyenként elszórtan a városokat, a lakott és lakatlan vidéket. De hogyan vigyék át ezt a nagyjából egysíkú képet a *gömb felületére*? A gömbnek melyik részéről van szó egyáltalán? Hol élünk mi, emberek? Laknak-e hozzánk hasonló élőlények a gömb túlsó oldalán is? Nem kell-e ezeknek fejfelé lefelé lógniok, ha ők csakugyan a mi *ellenlábasaink* (*antipodesz*)? — Bizonyos, hogy a korai pythagoreusokat foglalkoztatták ezek a kérdések, és ők merészen vállalták az „antipodesz-problémára” adandó választ: a Föld körös-körül lakott, vagy legalább: *lakható*.

De fölmerült az a kérdés is: mekkora egyáltalán a földgolyó? Hogyan oszlik meg rajta a tenger és a szárazföld? Mennyi ebből a lakott terület, az *oikoumené*? (Ebben az összefüggésben jelenik meg először ez a fogalom.) A nagyon hideg és nagyon meleg vidékeken feltehetően *nem* élnek emberek.

Megvan a nyomuk mindezeknek a kérdéseknek már az i. e. 5. századból. De behatóbb foglalkozást velük csak a 4. századból tudunk kimutatni. *Platón* fiatalabb kortársa, a rendkívül sokoldalú matematikus *Eudoxosz* pl. földrajzi munkát írt *A Föld körüljárása* (*Gész periodosz*) címen, amihez önálló térképet is csatolt. Jóllehet mind ebből, mind pedig *Eudoxosz* egész gazdag munkásságából csak töredékek maradtak ránk, de ismerünk olyan adatokat, amelyekkel jellemezni tudjuk *Eudoxosz* földrajzi gondolkozását. A Föld és a Világegyetem képzeletbeli tengelyének az irányát pl. a *Sarkcsillaggal* jelölte meg (Pontosabb iránymegjelölést adott erre pár évtizeddel később a híres masszaliai utazó, *Pytheasz*, aki feltehetően éppen *Eudoxosznak* volt a tanítványa.)

De ismerte *Eudoxosz* a napfordulóköröket (a térítőket) meg az Egyenlítőt is; mégpedig nemcsak az égboltra gondolta ezeket, hanem nyilván tudott földi vetületükről is. Görögország földrajzi szélességét pedig úgy akarta meghatározni — amint ezt egy Aratosz-idézetből tudjuk —, hogy ott a nyári napforduló körének *ötnyolcada* esik a horizont fölé, *háromnyolcada* meg a horizont alá. Éppen ezt a „klíma-meghatározást” korrigálta jóval később *Hipparkhosz*, az i. e. 2. században. Mert mint *Hipparkhosz* kifejtette: a nyári napforduló körének kettéosztása 5 : 3 arányban a horizont fölé, illetőleg alá azt jelentené, hogy görögföldön a leghosszabb nyári nap 15 napéjegylenlőségi óra volna, ami az egyenlí-

től számított 41°-os szélességnek felel meg. *Hipparkhosz* számítása szerint *Eudoxosznak* ez az adata legfeljebb a Hellészpontoszra lehet érvényes; Görögországban ennél *rövidebb* a leghosszabb nap időtartama, és ennek megfelelően az itt átvonuló szélességi kör is délebbre esik, csak 37°.

Nagyjából hasonló ehhez annak az *Arisztotelésznek* a földrajzi tudása is, aki egy generációval fiatalabb kortársa volt *Eudoxosznak*. A Földet ő is gömbnek tudta a Világegyetem közepén, méghozzá nem túlságosan nagynak. A geocentrizmust azzal okolta meg, hogy mindaz, ami „nehéz”, a középpont felé törekszik. Ezért állt össze a világ közepén a Föld anyaga. A gömb alakot elárulja a Földnek a Holdra vetődő árnyéka. Az pedig, hogy ez a gömb *nem* túl nagy, kitűnik abból, hogy elég csak valamivel délebbre vagy északabbra mennünk, és máris megváltozik fejfünk fölött a horizont.

Arisztotelész korára esik *Nagy Sándor* világhódító hadjárata. Majd pedig az ő halála váltja ki azokat az eseményeket, amelyek előkészítik a hellenisztikus kort, és ezzel hirtelen kitágulnak a görögök földrajzi ismeretei. Szinte hajlandók lennénk a földrajzi ismeretek gazdagodását összekapcsolni első fokon magának *Nagy Sándornak* a hadjáratával. Pedig ez csak részben igaz. Mert ugyanebben az időben, sőt részben még a *Nagy Sándor előtti* évtizedekben olyan irányban is egyszerre kitágult a görögök földrajzi látóhatára, amerre a makedón hódító sohasem járt, ti. Nyugat- és Észak-Európa felé. Arról az utazóról kell itt bevezetőül megemlékeznünk, *akinek a hellenizmus előtti földrajz talán a legtöbbet köszönheti.*

2. Pytheasz

A masszaliai (marseille-i) *Pytheasz* ez, akinek híres felfedező útjai, úgy látszik, még a 330 *előtti* évekre datálhatók. Sajnos, az „Óceán”-ról írt nagy munkája, amelyben beszámolt tapasztalatairól, elveszett. De nem sok szerencséje volt *Pytheasznak* még azokkal az írókkal sem, akik úgyahogy megőrizték az emlékét. Mert a mai olvasó leginkább még *Sztrabón*-on keresztül tud meg egyet-mást *Pytheaszról*. *Sztrabón*-nál meg léptenyomon ilyen kijelentéseket olvasunk: „*Pytheasz*, aki sok embert félre-

vezetett, azt mondja, hogy... bejárta egész Britanniát" (C 104)*; vagy: „Pytheasz, aki Thuléről értesít bennünket, a leghazugabb ember hírében áll" (C 63). — Már ebből is látható, hogy Sztrabón nem sok jót tud mondani Pytheaszról.

Amellett Sztrabón távolról sem az egyetlen, aki így vélekedett róla. Elkezdődött a Pytheasz-ócsárlók sora — úgy látszik, nem sokkal azután, hogy az Óceánról írt munka megjelent — Arisztotelész tanítványával, a geográfus Dikaiarkhossal, már a 4. és 3. század fordulóján. Bár Dikaiarkhosznak rá vonatkozó véleményét éppen úgy csak közvetítőkön keresztül ismerjük, mint magának Pytheasznak a nézeteit. De fennmaradt a 2. századból a híres történésznek, Polybiosznak a munkája, aki éppen úgy nem sokba vette Pytheaszt. Majd folytatta ezt a sort az epheszoszi geográfus Artemidórosz i. e. 100 körül. Ha tehát azt látjuk, hogy Sztrabón Pytheasz rossz hírét költi, akkor ezért korántsem egyedül ő a felelős. Ez volt — legalább részben — a Pytheaszra vonatkozó antik közvélemény.

Mert hogy volt egy másik antik vélemény is Pytheaszról, azt megint csak Sztrabón szövege árulja el. Gondoljunk pl. az ilyen kitételekre: „Ami az égi jelenségeket, és ami Pytheasz matematikai jellegű tudósításait illeti, úgy látszik, hogy előadása e téren eléggé megfelel a tényeknek" (C 201). Vagy egy másik alkalommal: „... sokan elfogadták azt is, amit a masszaliai Pytheasz az Ókeanosz partvidékéről összehazudozott csillagászati és matematikai kutatás meg ismeretek leple alatt" (C 295). — A matematikától és csillagásztól bosszankodva elforduló Sztrabónnak a hangja ez.

Csakugyan, ha úgy tesszük föl a kérdést: Kiknek a véleménye volt az ókorban kedvezőbb Pytheaszról? — akkor egyszerre kiderül: azoknak, akik nem néztek görbe szemmel a matematikára. — Első helyen kell itt említenünk Eratoszthenészt, aki nemcsak geográfus, hanem egyszerűen kiváló matematikus is volt; neki pl. azt veti szemére Sztrabón, hogy „hitelt adott Pytheasznak", pedig neki aztán már Dikaiarkhosz sem hitt (C 104). — A másik, aki szintén elismeréssel beszél Pytheaszról, a nagy csillagász, Hipparkhosz; Hipparkhosz pl. megjegyzi egy alkalommal, szinte csak mellékesen, hogy már Pytheasz jól állapította meg az

* Így idézzük helyesen Sztrabón művének egyes részeit. C 104 azt jelenti: a Casaubonus-kiadás 104. lapján. Megtalálja az olvasó ezt az idézőmódot a „Strabón, Géographika (ford. Földy József, Gondolat 1978)" margóján is.

északi pólus helyét — ellentétben *Eudoxosz* tévedésével. — A harmadik, aki éppen úgy *Pytheasz* mellé állt, mint a másik kettő: *Poszeidóniosz*; bár ő igazában nem volt se matematikus, se csillagász, de mégsem idegenkedett annyira a matematika módszereitől, mint a *Pytheasz*-ócsárlók. (Bizonyítja ezt az az egyszerű, de szellemes módszer, ahogy *Poszeidóniosz* megmérte egy földi meridián hosszát; lásd fentebb „A Föld megmérése” című fejezetet.)

A baj csak az, hogy azok az írásművek, amelyekben szóhoz jutott ez a másik antik vélemény *Pytheasz*ról, szinte mind elvesztek. Az újkori történészek ti. úgyszólván mind egyöntetűen *Pytheasz* mellett foglaltak állást. De mielőtt felsorolnánk néhány olyan pozitívumot, ami kétségtelenül *Pytheasz* mellett szól, érdemes lesz itt megemlíteni még a következőt is.

Minthogy *Pytheasz* állításait több esetben éppen azokon keresztül ismerjük csak, akik *ellene* foglaltak állást, nem csodálkozhatunk azon sem, hogy az így közvetített híradások néha fantasztikusak. Kommentár nélkül idézem pl. a következő *Sztrabón*-részletet (C 104). amelynek eredeti, autentikus szövege (*Pytheasz*nál) alighanem az Északi-Jeges-tenger jellemzése volt: „... beszél aztán még Thuléről és azokról a vidékekről, ahol sem összefüggő föld, sem tenger, sem levegő nincs, hanem valami mindezekből összetett, *tengeri tüdőhöz hasonló tömeg* (?), amelyben szerintem csak úgy lebeg a föld és a tenger és minden tárgy, és ez a mindenségnek mintegy a köteléke, és sem nem járható, sem nem hajózható. Ezt a *tüdőhöz hasonló valamit* (?) ő maga látta, a többiről csak hallomás után beszél. Ez *Pytheasz* elbeszélése...”* (*Földy József* fordítása nyomán.)

Mindenesetre megnehezíti *Pytheasz* „rehabilitálását” az a tény, hogy életkörülményeiről semmit sem tudunk. Még azt se tudjuk biztosan: Hány útja volt tulajdonképpen, és hogy került sor ezekre? Jellemző ebből a szempontból megint csak egy *Sztrabón*-idézet (C 104): „*Pytheasz* azt állítja, hogy innen — már ti. Északról — visszajövet bejárta Európa egész partvidékét *Gadeirától a Tanaiszig*...” Szakítsuk félbe itt az idézetet, hogy jobban szemügyre vegyük, hol is van az a két határpont, amelyet a szöveg említ.

* *Ritoók Zsigmond* volt szíves figyelmeztetni rá: a „*tengeri tüdő*” (németül: *Seelunge*) görög eredetije: *pleumón* vagy *pneumón*, egyfajta *medúzát* (puhányt) is jelent. Sajnos, *Sztrabón* szövege ettől sem lesz értelmesebb.

Gades vagy *Gadeira* (ma: *Cádiz*) egy sziget és város neve Hispániában. Még a föníciaiak alapították *Erythea* szigetén, túl *Héraklész oszlopain* (azaz: túl Gibraltáron). Ott, ahol legkeskenyebb a tengerszoros a sziget és a szárazföld között, széles híd kötötte össze a szárazfölddel; a szárazföldön ti. még egy kikötőváros tartozott Gadeirához. — A *Tanaisz* viszont az Azovi-tengerbe ömlő *Don folyó* ókori neve. — *Pytheasz* tehát azt állította, *Sztrabón* szavai szerint, hogy bejárta ezt az egész hatalmas területet: „Európa partvidékét Gadeirától a Tanaiszig”. De nézzük meg most azt is, hogyan folytatja *Sztrabón* az előbbi idézetet:

„*Polybiosz* erre azt mondja, hogy ez hihetetlen, már csak azért is, mert vagyontalan magánember sem hajóval, sem másképp ilyen nagy távolságot nem járhat be.”

Azok az ókoriak tehát, akik bizalmatlanok voltak vele szemben, tudni vélték, hogy *Pytheasz* „vagyontalan magánember” volt. Másnak, vagy másoknak a hajóján ment akkor talán? És csakugyan a kíváncsiság, a tudásvágy vitte volna útjaira? — amint ezt róla egyes modern kutatók fölteszik. Olyan kérdések ezek, amelyekre csak sejtés a válasz. Ezért foglaljuk inkább pontokba azt a pozitívumot, amit több-kevesebb bizonyossággal elmondhatunk róla.

a) Úgy látszik, ő volt az első — amint ezt már munkájának a címe is mutatja — aki az „*ókeanosz*” szót úgy értette, ahogy ezt ma is használjuk. Előtte az *Ókeanosz* még mitikus fogalom volt. Ő viszont minden bizonnyal az *Atlanti-óceánt* értette ezen.

b) Megállapította Britanniáról és Írországról (*Ierné*), hogy ezek szigetek. Láttunk már fentebb egy erre vonatkozó idézetet. Ami viszont Írországot illeti, kiegészíthetjük ezt most a következő hellyel (*Sztrabón* C 201), bár korántsem bizonyos, hogy ennek is teljes egészében — különösen az idézet végének — *Pytheasz* a forrása: „Britannia körül más szigetek is vannak; nagy azonban *Ierné* szigete, amely északi irányban vele szemben fekszik, inkább hosszúkás, mint széles. Erről semmi bizonyosat sem tudunk, csak azt, hogy lakói vadabbak a britannoknál, emberevők, nagyétkűek, és dicsőségnek tartják, hogy elhunyt szülőiket megeszik stb. stb.”

c) Az óceánnal kapcsolatos megfigyelései közé tartozik, hogy az *apály* és a *dagály* a Hold járásával függ össze. Erről előtte senki sem beszélt.

d) Érdekesekek megfigyelései az ún. „fehér éjszakákkal” kapcsolatban messze fönn északon. *Geminus* (*Az asztronómia elemei*) idéz tőle egy pár mondatot, az Óceánról írt munkából: „Megmutatták nekünk a bar-

bárok azt a helyet, ahol a Nap »nyugovóra tér«. Mert ezeken az északi vidékeken egészen rövid nyáron az éjszaka. Néhol csak két vagy három óra, úgyhogy nagyon rövid idő telik el napnyugta és a következő napfölkelte között.”

e) Bizonyos, hogy utazásai kiszélesítették a kortársak ismereteit a lakott Föld, az *oikoumené* északi hatáiról, bár híradásait némi kételkedéssel fogadták. Mint olvassuk róla: „A masszaliai *Pytheasz* szerint *Thulé*, Britannia északi része a végső határ...” *Sztrabón* rögtön hozzáfüzi ehhez (C 114–115): „A többieknél azonban semmit sem találok arra nézve, hogy *Thulé* sziget volna, és hogy lakható volna addig, ahol a nyári napforduló köre sarkkörre válik. Azt hiszem a lakott föld (az *oikoumené*) határa ennél sokkal lejjebb van; a mostani kutatók ugyanis *Iernén* túl semmit sem ismernek, ez pedig Britannia mellett északon fekszik, teljesen vad, és a hideg miatt nyomorgó emberek lakóhelye, úgyhogy szerintem ide kell tennünk a határvonalat...”

Figyelemre méltó ez az idézet nemcsak azért, mert kitűnik belőle, hogyan szűkültek be újra a lakott földre vonatkozó ismeretek a *Pytheasz* utáni korban; és nem is csak azért, mert fölveti a „*Thulé*-kérdést”, amellyel mindjárt foglalkozunk majd, hanem azért is, mert föltűnhet: hogyan beszélt *Pytheasz* arról az északi vidékről: „*ahol a nyári napforduló köre azonos a sarkkörrel*”. Ez a kissé esetlen, de lényegében találó megfogalmazás arról árulkodik, hogy *Pytheasz*nak csakugyan ismernie kellett az ún. *sarkkört*. Ez az Egyenlítővel párhuzamos kör ti. az „éjféleli Nap köre”. Más szóval: ott van az északi *sarkkör*, ahol minden esztendőben egyszer (nyári napfordulókör, Szent Iván éjjelén) a Nap nem tűnik el a horizont alatt, teljes 24 óráig tart a nappal. Közelítő ókori számítás szerint ez az Egyenlítő felé a 66° (pontosabban modern számítás szerint: 66° 33') szélességi kör. — Persze, nincs igaza *Sztrabón*-nak abban, hogy ez a terület *lakatlan*. Finnország északi részén pl. ez a párhuzamos kör a Lappföldön megy át.

f) Emlékezetessé tette *Pytheaszt* a „*Thulé*” fogalom is. Még ma is emlegetjük *Thulét* („*Ultima Thule*”, „*Es war ein König in Thule*”, *Goethe*), ha messze északon a „világ végéről” akarunk beszélni. De hát hol is van, vagy van-e (volt-e) egyáltalán ilyen sziget? — A legutóbbi idézetre hivatkozva — minthogy *Sztrabón* szerint: „a mostani kutatók *Iernén* túl semmit sem ismernek” — megpróbálták egyesek a „mesebeli *Thulét*” egyszerűen Írországgal, az antik *Iernével* azonosítani. — Mások, akik ennél óvatosabbak voltak, inkább a *Shetland-szigetekre* gondoltak;

ez nagyjából a 60° szélességi kör lenne, ahol antik számítás szerint (*Ptolemaiosz*) a leghosszabb nyári nap valamivel *kevesebb* mint 19 nap-
éjegyenlőségi óra. — Sokkal egyszerűbb lett volna találgatás helyett
a térképre nézni, és azt kérdezni — *Pytheasz* szavaira gondolva —
„Hol van az éjféli Nap köre?” — Izland szigetét ti. éppen derékban metszi
a 65° , északi határát pedig érinti a 66° szélességi kör. Ha nem *Sztrabón*-
nak hiszünk, hanem annak, ami szavaiból akaratlanul is kiderül: *Thulé-*
nak pytheaszi jellemzése leginkább Izlandra illik.

g) De járt *Pytheasz* nemcsak a Földközi-tenger vidékétől észak-
nyugatra eső Thulé-Izland szigetén, hanem a német Északi-tenger
partján, Helgolandban és Schleswig-Holsteinban is; eljutott legalább
az Elba torkolatáig, sőt meglátogatta valószínűleg Dél-Svédországot is.
Csak azt vonják kétségbe egyesek, hogy ismerte volna a Keleti-tengert,
a Baltikumot is.

h) Hírt adnak viszont forrásaink arról, hogy útja során *Pytheasz*
helyenként megmérte nyári napfordulókor a Nap déli magasságát.
Ez azért lényeges, mert éppen az ilyen természetű mérésekkel kapcsolat-
ban maradt ránk a legmeglepőbb, *Pytheaszra* vonatkozó adat. Érdekes
ugyanakkor az is: milyen eltorzult formában őrizte meg az utókor ezt
a fontos híradást. Nagyjából a következőről van szó.

Sztrabón több alkalommal megemlíti azt a gondolatot, hogy Massza-
lián és Byzantionon *ugyanaz a szélességi kör halad át*. Ez azt jelenti,
hogy Masszalia és Byzantion — mind a kettő a saját délkörén mérve —
azonos távolságra lennének az Egyenlítőtől. Szögezzük le mindjárt, hogy
ez tévedés. Byzantion (a mai Isztambul) legalább *két egész fokkal* (2°)
délebbre van, mint Marseille. De honnan származik akkor a téves
megállapítás? — *Sztrabón* szerint a tévedésért — ha ti. mégsem bizo-
nyulna igaznak, hogy *a két város ugyanazon a szélességi körön fekszik* —
ketten lennének felelősek: *Pytheasz* és *Hipparkhosz*; az utóbbi annyiban,
hogy *hitelt adott Pytheasznak*. Ezt a kijelentést csak úgy érthetjük, hogy
Hipparkhosz mért valamit Byzantionban, és észrevette, hogy *ugyanazt*
mérte volna Pytheasz is Masszaliában. Ilyen értelmű állítást többször
olvasunk *Sztrabón*nál, anélkül hogy egyetlenegyszer is megmondaná:
mit mért tulajdonképpen Pytheasz Masszaliában?

Egy alkalommal azonban azt mondja *Sztrabón* (C 134) — jóllehet
ezúttal sem *Pytheasz*, sem *Hipparkhosz* nevét *nem* említi — hogy Byzan-
tion környékén nyári napfordulókor a gnómon úgy viszonylik déli
árnyékához, mint $120 : 41\frac{1}{5}$. Ez az adat egyszerűen *hamis*. Aki először

állította ezt — akár maga *Sztrabón*, akár valamelyik ismeretlen forrása —, tévedett. Sem Bizáncban, sem környékén nyári napfordulókör délből a gnómonnak és árnyékának az aránya *nem lehet* $120 : 41\frac{1}{5}$. Ilyen arányszámot *Hipparkhosz* *nem* mérhetett Byzantionban. Ez olyan durva tévedés, hogy ilyen mérést csak olyan valaki tulajdoníthat *Hipparkhosznak*, akinek kevés köze lehetett a gnómonmérésekhez. (Talán maga *Sztrabón*?)

De hát mit jelent akkor ez a különös arányszám? Próbáljuk meg: Hátha nem Byzantionra, hanem Masszaliára érvényes a mérési eredmény?

Elég ezt a gyanúkat kérdés formájában megfogalmazni, hogy aztán a próba során meglepő eredményre jussunk. Az előbbi arányból ti. csakugyan kiszámítható — azzal a módszerrel, amelyet a jóval későbbi *Ptolemaiosz*ból ismerünk — Marseille földrajzi szélessége: *valamivel* 43° fölött. Bizonyos, hogy így számította ezt ki már *Pytheasz* is. Sőt, ezt a következtetésünket mindjárt konkrét adattal is alátámaszthatjuk. Megtaláljuk úgyszólván korrekció nélkül ugyanazt az adatot ($120 : 41,8$), amelyet *Sztrabón* — talán közvetítőkön keresztül, de végső soron mégiscsak *Pytheasztól* vett át — *Ptolemaiosz*nál is ($60 : 20,8$), az *Almagest* II könyvének 6. fejezetében; az ún. „14. párhuzamos kör” ez. A különbség csak annyi, hogy *Ptolemaiosz* — ellentétben *Sztrabón*nal — nem *Byzantionról*, hanem helyesen *Masszaliáról* beszél. A kiszámítás eredménye pedig *Ptolemaiosz*nál — ugyancsak helyesen: $43^\circ 4'$.

3. A makedónok nyomában

Pytheasz északi utazásai szinte bevezették azoknak a nagy ókori felfedező utaknak a sorozatát, amelyek elkezdődtek előbb a makedón hódítással, majd tovább folytatódtak az első hellenisztikus uralkodók alatt. Magát *Nagy Sándort* természetszerűleg élenként érdekelték a távoli vidékek és népek. Több olyan személyt ismerünk közvetlen környezetéből, akinek ő maga adott megbízást egy-egy nagyobb vállalkozás végrehajtására. A király ifjúkori barátja, *Nearkhosz* pl. elment vele az ázsiai hadjáratra, majd ő lett a vezére annak a hajóhadnak, amelynek feladata volt az Indus folyó vidékének a felderítése. Részes volt ugyanennek a vállalkozásnak az az *Androszthenész*, aki később — *Nearkhosz*szal együtt — azt a másik megbízást kapta *Sándortól*: kutassa át *Arabia* partvidékét és *Föníciát*. Be is számoltak mind a ketten küldetésükről nemcsak megbízójuknak, hanem egyszersmind a nagyobb nyilvánosság-

nak is egy-egy útleírásban; sajnos, munkáikból csak töredékek maradtak reánk. Egy harmadikat, *Onészikritoszt* — a cynikus bölcselő *Diogenész* tanítványát — Indiába, a „gymnoszofistákhoz” azaz: „a meztelen bölcssekhez”, nyilván a brahminokhoz, küldte *Sándor* követségbe.

Követségjárás messze idegenben — alkalom lett ez is ettől kezdve egzotikus tájak, idegen népek megismerésére. *Szeleukosz Nikátor* (i. e. 357–280) — *Sándor* egyik utódja — *Megaszthenészt* küldte pl. Indiába követként *Csandraguptához*. Alig egy pár évvel később a másik uralkodónak, *Antiokhosz Szótérnek Déimakhosz* volt a követe ugyancsak Indiában. A két követ pedig — túl a kapott megbízáson — alaposan kihasználta a kínálkozó alkalmat. Hiszen a mesés India különösen foglalkoztatta ezekben az évtizedekben a kortársak képzeletét; ők ketten pedig, úgy látszik, jól tudták, mit vár tőlük a tömegek naiv kíváncsisága. Olvassuk csak el, mit ír ezzel kapcsolatban *Sztrabón* (C 70):

„Azok, akik eddig Indiáról írtak, szinte mind füllentettek; különösen *Déimakhosz*, aztán *Megaszthenész*, *Onészikritosz*, *Nearkhosz*, meg a többi hozzájuk hasonló, akik dőreségeket fecsegnek összevissza... Különösen megbízhatatlan *Déimakhosz* és *Megaszthenész*... ők beszélnek óriás fülűekről, szájtalanokról, orrtalanokról, egyszeműekről, hosszú lábúakról meg hátsó ujjasokról; ők újították föl *Homérosz* nyomán a darvak és hüvelyknyi törpék (a pygmaioszok) harcát is. Az utóbbiakról azt mondják, hogy három arasz hosszúak volnának. Említik az aranyásó hangyákat, az ékfejú pánokat, meg beszélnek olyan kígyókról, amelyek ökröket és szarvasokat szarvastul nyelnek le...”

A modern olvasó különösen fölfigyel erre a legutolsó mondatra az *óriáskígyóról*. Az „ökrök” és „szarvasok” túlzás ugyan, de nem kétséges, hogy mi volt ennek a túlzásnak nagyon is konkrét magva. Ezúttal is azokat kellene tán védelmünkbe vennünk, akiket *Sztrabón* ócsárol? Elképzelhető volna, hogy a sok „dőreség”, amit a legalább 200 évvel későbbi szerző az Indiáról „fecsegők” szemére vet, nem annyira magának a forrásnak, mint inkább a közben eltorzult hagyománynak a rovására tartoznék? Ilyesmit gyanítottunk az egyébként sok szempontból igazolható *Pytheasz* esetében. Lehet, hogy érvényes ugyanez részben az Indiáról szóló antik híradásokra is. Nagy egészében azonban ezúttal másról van szó; nemcsak azért, mert *Sztrabón* ebben az esetben túlságosan sok fantasztikumot vet a gáncsolt szerzők szemére. Van egyéb konkrét adatunk is, amelynek alapján egyértelműen eldönthető: milyen mérték-

ben érdemes egyáltalán figyelembe vennünk *Déimakhosz* és *Megaszthenész* híradásait.

Kiderült pl. *Sztrabón* egyik szövegrészletéből (vö. C 76), hogy az ókoriak nem voltak tisztában azzal: *Mennyire fekszik délen India?* Közbevetőleg említsük meg itt: felelni lehetett volna erre a kérdésre a *déli árnyék* gondos megfigyelése alapján. Azok a vidékek, ahol minden évszakban változatlanul *észak felé* mutat a déli árnyék, északra vannak a nyári napforduló körétől, azaz antik számítás szerint: északabbra, mint az Egyenlítőtől számított 24° szélességi kör. Csak ettől délebbre „fordul át” a déli árnyék ellenkező irányba, azaz dél felé. Mint az ókorban mondták: a két napforduló közötti övben — zónában — „kétirányú” a déli árnyék: az egyik évszakban észak, a másikban dél felé mutat. Magán az Egyenlítőn, persze, soha nincs déli árnyék.

Mármost a két szerző közül az egyik, *Megaszthenész* azt állította, hogy Indiában — vagy legalábbis India déli részein — „átfordul” az árnyék; a másik meg, *Déimakhosz* tagadta ezt. Ugyanakkor azonban *Déimakhosz* mégis úgy gondolta, hogy „India az őszi napéjegyenlőség és a téli napfordulat között fekszik” (*Sztrabón* C 76, *Földy J.* fordításában a 116. lapon). — Nyugtalanító, persze, ebben az összefüggésben már az a nyelvi fordulat is, hogy az „őszi napéjegyenlőség köre”. — Az, aki a földgömbre gondolva nem *Egyenlítő*t mond, hanem az „őszi napéjegyenlőség körét” emlegeti, akaratlanul is kihívja maga ellen az olvasó gyanúját. Tudja ez a szerző egyáltalán, hogy mit beszél? Vagy azt hiszi tán, hogy van egy tavaszi, és egy másik, őszi napéjegyenlőségi kör is? — Éppen ez az árulkodó nyelvhasználat leplezi le *Déimakhoszt* *Eratoszthenész* szemében, aki *Sztrabón* szerint találóan mutatott rá arra, hogy milyen műveletlen dilettáns volt *Déimakhosz* ebben a kérdésben. (Sajnos, a modern olvasónak ugyanakkor azt is észre kell vennie: a félművelt *Sztrabón* pedig — fitogtatni akarván saját önállóságát — mennyire főlhigította ebben a beszámolóban is *Eratoszthenész* és *Hipparkhosz* eredetileg minden bizonynyal találó kritikáját.)

Nincs igaza, persze, *Déimakhosznak* abban sem, amit az előbb idézett szavak kiemeltek, hogy ti. India — vagy akár csak legdélibb része is — „a napéjegyenlőség és a téli napforduló köre között” feküdnék. Ez ti. azt jelentené, hogy a szubkontinens átnyúlna a déli féltekére, az Egyenlítő alá. A valóságban még az Indiától délre fekvő Ceylon, az antik *Taprobané* is jóval északabbra van, mint az Egyenlítő, legalább 6° -ra (*Ptolemaiosz* számítása szerint csak $4^\circ 15'$ -re).

Persze, akadtak azért azok között a szerzők között, akik a hellenisztikus kor elején hírt adtak az egyre inkább feltáruuló Keletről, *Megaszthenész*nél és *Déimakhosz*nál megbízhatóbb írók is. Nagy elismeréssel beszél pl. *Sztrabón Patroklész*ről, *I. Szeleukosz* király barátjáról, aki egy időben parancsnoka volt a kaszpi-tengeri flottának. Az, hogy egyben-másban *Patroklész* is tévedett — a Kaszpi-tengert pl. az Óceán egy részének tartotta — más lapra tartozik. Ebben az időben különben is egyre inkább megszilárdult az a fölfogás, hogy a lakott föld, az *oikoumené* az Óceán nagy szigete. Ismerni vélték a határait nyugaton és északon *Pytheasz* utazásai nyomán, keleten meg a makedón előretörés adott hírt a Kaszpi-tengerről és az Indiai-óceánról. Dél felé viszont, Etiópia irányában a *Ptolemaioszok* vállalták magukra a földérítést. *I. Ptolemaiosz* elküldte pl. admirálisát, *Philónt* Etiópiába és a déli részek alaposabb kikutatására. *Philón* pedig megállapította — amint ezt *Sztrabón*nál olvassuk (C 77) —, hogy lenn délen, Meroében már 45 nappal a nyári napforduló előtt zeniten áll a déli Nap. Bizonyos tehát, hogy itt már „átfordul” a déli árnyék.

4. Eratoszthenész

A megnövekedett földrajzi ismeretek összefoglalója és rendszerezője a híres hellenisztikus polihisztor, *Eratoszthenész* lett i. e. 275—195 között. Sőt, a múlt század folyamán kialakult történeti felfogás éppen őt, *Eratoszthenészt* tartotta a földrajz tudományos megalapozójának. Sajnos, persze, az ő munkája sem maradt ránk, azaz pontosabban: őt éppen úgy közvetítőkön, főként *Sztrabón* művén keresztül és nagyjából ismerjük csak, mint elődeit. De mindenesetre bizonyos, hogy *Eratoszthenész* nemcsak geográfus, hanem ugyanakkor matematikus, asztronómus, és széles körű ismeretekkel rendelkező irodalmár — mint ő mondta magáról: „philologosz” („logoszok barátja”) is volt. Sokoldalú ismeretei, valamint az a tény, hogy rendelkezésére állt az egész hatalmas alexandriai könyvtár — *III. Ptolemaiosz Euergetész* király 235 körül őt, *Eratoszthenészt* tette meg a könyvtár igazgatójául — ezek a szerencsés körülmények mind hozzájárultak ahhoz, hogy *Eratoszthenész Földrajza* jóval több lett, mint a korabeli ismeretek pusztá összegezése.

Ismerjük, legalább nagyjából, *Eratoszthenész* három könyvből álló földrajzi munkájának a beosztását. Az első könyv visszapillantás volt

a diszciplína múltjára. *Eratoszthenész* úgy látszik, már ebben is magasabb nívón állt, mint az a *Sztrabón*, aki pedig fő forrásunk az egész régebbi antik geográfiára. Mert *Sztrabón* minden további nélkül magáévá tudta tenni azt a naiv, népi elgondolást, hogy a földrajznak ugyanúgy, mint bármely más tudománynak, *Homérosz* volt az első mestere. *Eratoszthenész* határozottan szembefordult ezzel az elképzeléssel. Szerinte a földrajz mint tudomány nem *Homérosszal*, hanem *Anaximandrosszal* kezdődött. Elég *Anaximandrosz* geocentrizmusára és az általa rajzolt térképre gondolnunk, hogy már ezért is *Eratoszthenésznek* és ne *Sztrabónnak* adjunk igazat. Ami pedig *Eratoszthenésznek* *Homérosz* földrajzáról vallott felfogását illeti, arra elég idézni a közismert anekdotát:

Amikor megkérdezték tőle, mit gondol, hol lehet az Odüsszeiából ismert Aiolosznak, a szelek királyának a szigete, *Eratoszthenész* erre állítólag azt felelte: Ezt csak akkor tudnám megmondani, ha ti előbb megmondanátok nekem: hol lakott az az ügyes mesterember, aki olyan tömlőt varrt Aiolosznak a kilencéves marha bőréből, hogy abban elfértek a szelek mind.

A munka második könyve nyilván az lehetett, amit manapság *matematikai földrajz* néven foglalunk össze, azaz: a Föld alakjának, méreteinek és beosztásának a tárgyalása. Nem kétséges, hogy *Eratoszthenész* már következetesen érvényesítette azt az elvet, amelyet ez a diszciplína azóta is magáénak vall: asztronómia és matematika nélkül nincs geográfia. A legutóbbi másfél század tudománytörténete éppen abban látta *Eratoszthenész* döntő jelentőségét a földrajz szempontjából: ő lett volna az, akinek először sikerült valóban a tudomány színvonalára emelnie ezt a diszciplínát azáltal, hogy az imént megfogalmazott elvet érvényesítette. — Bár ez a felfogás nagy egészében helyes, érdemes itt rámutatni arra: bármilyen jelentős volt is *Eratoszthenész* működése, nem valószínű, hogy csakugyan ő lett volna az első, aki bevezette a földrajzba az asztronómia módszerét és eredményeit. Hiszen már előtte kb. 100 évvel *Pytheasz* meglepő pontossággal ki tudta számítani Marseille földrajzi szélességét.

Másrészt viszont említsük meg itt azt is: éppen a legutóbbi évtizedek során szóhoz jutott a történetírásban egy másik hang. Egyesek ti. olyan színben akarták feltüntetni *Eratoszthenész* művét — amelyről egyébként csak gyér források alapján van erősen töredékes képünk —, mintha ez még korántsem érte volna el azt a színvonalat, amelyet a későbbi antik tudományból ismerünk. Igazában ez az újabb tendencia két for-

rásra vezethető vissza. Egyrészt csakugyan tudunk arról, hogy a nagy antik asztronómus, *Hipparkhosz* 100 évvel később földrajzi művében több alkalommal élesen bírálta *Eratoszthenész* egy-egy megállapítását. (Ez, persze, gyakori jelenség mind az antik, mind az újkori tudományban. Nem volt még jelentős tudós, akinek ne lettek volna akár nagyon nagy tévedései is.) Ez azonban máris alkalmat adott az újkori történészeknek arra, hogy minél élesebben hangsúlyozzák a különbséget *Eratoszthenész* és *Hipparkhosz* között. — De érvényesült *Eratoszthenész* kevésbé kedvező megítélésében egy olyan törekvés is, amely megpróbálta kimutatni a hellenizmus tudományán belül a „fokozatos fejlődést”. Mintha *Eratoszthenész*nek elkerülhetetlenül „jóval kezdetlegesebb fejlődési fokot” kellene képviselnie, mint a nála későbbi *Hipparkhosz*nak. — Nem valószínű, hogy ez a felfogás képviselné az „objektív történeti igazságot”.

Annak a jellemzésére, hogy milyen formában és milyen ókori kritika kíséretében értesülünk *Eratoszthenész* művének egy-egy részletéről, ide iktatom — *Sztrabón* nyomán (vö. C 62) — az alábbi sorokat.

„*Eratoszthenész* fejtegetéseinek... második részében megkockáztatja a földleírásnak mintegy a helyreigazítását, és a maga nézeteit adja elő. Ha viszont ezekben mi magunk [már ti. *Sztrabón*] találunk helyreigazítanivalót, meg kell próbálnunk ezt is. — Az a tétele, hogy a földrajzban érvényesíteni kell a matematika és fizika eredményeit, helyes; éppen így az is, hogy a Földön, ha ez a világ egészéhez hasonlóan gömb alakú, körös-körül élnek emberek; van ezenkívül még több más helyes megállapítása. De hogy akkora-e a Föld, mint amekkorának ő, *Eratoszthenész* gondolta, abban a későbbiek nem értenek egyet vele, nem erősítik meg számításait. *Hipparkhosz* mindazonáltal az *Eratoszthenész* által megállapított távolságokat vette föl a Meroén, Alexandrián és Boryszthenészen átvonuló délkörön, amikor összeállította az egyes szélességi körökre jellemző jegyeket. Azt is állítja *Hipparkhosz*, hogy *Eratoszthenész* adatai alig térnek el attól, ami csakugyan tapasztalható. Amikor azonban a továbbiakban hosszadalmasabban beszél (ti. *Eratoszthenész*) a Föld alakjáról, és kimutatja, hogy valamint az Ég, akképpen a Föld is gömbölyű a vízfelülettel együtt, akkor mintha csak oda nem való dolgokról beszélne; elég, ha erről melleleg történik említés” (*Földy J.* fordítása nyomán). — Ehhez az idézethez aligha kell kommentár; önmagáért beszél ez — nemcsak *Eratoszthenész*ről, hanem *Sztrabón* kritikájának a színvonaláról is.

Eratoszthenész, persze, nemcsak gömb alakúnak tudta a Földet — amint ezt az idézet is elárulja —, hanem használta a földgömbnek ugyanazt a beosztását is, amely mind a mai napig érvényben maradt; vagy legalább: *elvben* mindenestre azonos volt *Eratoszthenész* földgömbbeosztása a mi beosztásunkkal. Alapja ennek: *délkörök* (vagy: *hosszúsági körök*) a pólusokon át, és *szélességi* vagy más néven: az Egyenlítővel *párhuzamos körök*. Az eratoszthenészi terminológia szerint *szphragisz* a neve egy-egy olyan felületdarabnak, amelyet két szomszédos szélességi, illetőleg két ilyen hosszúsági kör összesen négy íve határol.

Félrevezető az a modern vélemény, amely úgy mutatja be *Eratoszthenész* földgömbbeosztását, mint kezdetleges kísérletet, amely még nem is igazi „délkörökkel” és „szélességi körökkel”, hanem egyszerűen csak *függőleges* meg *vízszintes* vonalakkal operált volna. Még abban az esetben is, ha *Eratoszthenész* a térképi ábrázolásban csakugyan beérte talán szélességi és hosszúsági körök ívei helyett egyenesekkel — mint ahogy még a jóval későbbi Ptolemaiosz-kéziratok is beérik néha ilyen vázlatokkal —, ezek az egyenesek *Eratoszthenész* számára szimbolikusan köríveket helyettesítettek. Minden jel arra mutat, hogy *Eratoszthenész* földgömbbeosztása *elvben* ugyanaz volt, mint a miénk. Vázzuk itt röviden azt is, hogy ez miből derül ki.

A legutóbbi, *Sztrabón*tól vett idézet azt állítja: „*Hipparkhosz*... az *Eratoszthenész* által megállapított távolságokat vette föl a Meroé—Alexandria és Boryszthenészen átvonuló délkörön, amikor összeállította az egyes szélességi körökre jellemző jegyeket. Azt is állítja *Hipparkhosz*, hogy *Eratoszthenész* adatai alig térnek el attól, ami csakugyan tapasztalható...”

Döntő jelentőségű ez a két mondat, ha pontosabban értjük, mit állít ezekkel *Sztrabón* — túl azon, hogy rögtön megértjük belőle: *Sztrabón* szerint a nagy *Hipparkhosz* is egyetértett *Eratoszthenésszel* bizonyos alapvető kérdésekben. De mik azok „az egyes szélességi körökre jellemző jegyek”?

Tudjuk a jóval későbbi *Ptolemaiosz* művéből (*Almagest* II 6), hogy az antik asztronómia és földrajz a szélességi köröket — az Egyenlítőtől az Északi-sarkig egymás után — ilyen adatokkal szokta jellemezni:

a) az év leghosszabb napjának időtartama — napéjegylenlőségi órákban — a kérdéses szélességi körön;

b) a szélességi kör távolsága az Egyenlítőtől — fokokban vagy stádiu-

mokban —, és milyen ismert vagy kevésbé ismert vidékeken vonul át az adott kör;

c) milyen hosszú a gnómón déli árnyéka ugyanazon a helyen az esztendő négy napján: nyári és téli napfordulókor, illetőleg a két napjegy-egyenlőség alkalmával.

Nem kétséges, hogy éppen *ezeket* az adatokat állította össze *Hipparkhosz Eratoszthenész* nyomán — némi korrekcióval —, amint erre *Sztrabón* többször utal (pl. C 62, 132 stb.). De fontos megállapítása az előbbi idézetnek az is, hogy *Hipparkhosz* ugyanazon a délkörön, és *ugyanazokat* a távolságokat vette föl, mint *Eratoszthenész*. Nézzük meg közelebbről ezt az állítást is.

A kérdéses délkört szövegünk három helynévvel jellemzi: Meroé, Alexandria és Boryszthenész. Mi, persze, manapság már csak egyetlenegy délkört jelölünk meg helynévvel: a *Greenwichen* átvonulót; a többit inkább számozzuk ettől keletre, illetőleg nyugatra. — De nem mellékes az sem: Hogyan értsük azt, hogy *Hipparkhosz* az említett délkörön „*az Eratoszthenész által megállapított távolságokat vette föl*”?

Ptolemaiosz az egyes körökre jellemző jegyek felsorolásában (*Almagest* II 6) összesen 39 szélességi kört különböztet meg az Egyenlítőtől az Északi-sarkig. De ezeknek a köröknek egymástól való távolsága *nem mindig ugyanaz lépésről lépésre*. A második és harmadik kör egymástól való távolsága pl. még $4^{\circ} 10'$, az év leghosszabb napjának az időtartama pedig a két helyen csak $\frac{1}{4}$ órával különbözik egymástól: a harmadik körön ti. 15 perccel hosszabb ez a nap, mint a másodikon. Viszont *Ptolemaiosz* 30. és 31. szélességi köre (az Egyenlítőtől $64^{\circ} 30'$ -re, illetőleg $65^{\circ} 30'$ -re) már csak 1° -nyi távolságra van egymástól; a két helyre jellemző két leghosszabb nap időtartamának a különbsége pedig *1 egész óra* (a délebbre eső körön 21 óra, a másikon 22 óra az év leghosszabb napja). Minél északabbra vagyunk tehát, annál közelebb kerülnek egymáshoz *Ptolemaiosz* párhuzamos körei, és annál gyorsabban nő a helyre jellemző leghosszabb nap időtartama. — Nyilván ezért kellett hát *Eratoszthenész*nek gondosan kiszámítania: milyen távolságra helyezze el egymástól a földgömbre vitt párhuzamos köröket. *Csak* erre utalhat *Sztrabón*, amikor azt állítja: *Hipparkhosz* pedig *ugyanazokat* a távolságokat vette föl a délkörön, mint *Eratoszthenész* (föltehetően: némi korrekcióval).

De hát csakugyan, 39 szélességi kört különböztetett volna meg már *Eratoszthenész* is, ugyanúgy, mint majdnem *félezer évvel* később *Ptole-*

maiosz? — Nem! Bizonyosan tudjuk, hogy *Eratoszthenész* beérte még mindössze *hét párhuzamos körrel*. Megvan ez mind a hét a jóval későbbi *Ptolemaiosz* szövegében is. (*Almagest* VI 2) — szinte csak annyi a különbség, hogy *Eratoszthenész* az 5. kört — amely *Ptolemaiosz*nál a 13. lett — *Lyszimakhia* városnévvel jellemzi; *Ptolemaiosz* viszont ugyanerre a körre a *Hellészpontoszt* nevezi meg. (*Lyszimakhia* közvetlenül a *Hellészpontosz* partján fekszik.) Az utolsó kört pedig — a 7.-et — *Eratoszthenész* — *Pytheasz* nyomán — a *Thulé* helynévvel jellemezte. *Ptolemaiosz* viszont ennél az arktikus körnél — ez nála a 33. — már nem adott földrajzi helynevet.

Jellemzésül felsorolom az alábbiakban *Eratoszthenész*nek mind a 7 párhuzamos körét, és utána föltüntetem azt is: milyen sorszámot kapott ugyanez a szélességi kör *Ptolemaiosz*nál. Tehát *Eratoszthenész*nél:

az 1. kör Meroén megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez az 5.
a 2. kör Szyénén megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez a 7.
a 3. kör Alexandrián megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez a 9.
a 4. kör Rhodoszon megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez a 11.
az 5. kör Lyszimakhián megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez a 13.
a 6. kör Boryszthenészen megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez a 17.
a 7. kör Thulén megy keresztül;	<i>Ptolemaiosz</i> nál ez a 33.

Kiderül az összehasonlításból az is: hogyan fejlődött tovább a későbbi szerzőknél az a hálózat, amelynek első nyomai, úgy látszik, *Eratoszthenész*re mennek vissza: a kezdetben fölvetett hagyományos köröket később is megtartották, csak újakat iktattak közbe, és a régi, durvább mérési adatokat igyekeztek korrigálni. (Csakugyan, van több konkrét adatunk ilyen korrekcióra.)

Ami viszont a délköröket illeti, *Eratoszthenész* ezekből is kevesebbet tartott számon. Persze, a Meroé—Alexandria—Boryszthenész vonal inkább csak *megközelíti* egy valóságos délkörnek az irányát. Ezen a téren különösen szembeszökőek az ókoriak pontatlanságai. Hogy még egy másik példát említsünk: *Eratoszthenész* úgy tudta, hogy Alexandria és Szyéné *ugyanazon a délkörön fekszenek*, azaz: a két helyen ugyanabban az időpontban van dél. A valóságban kb. 3° a kelet—nyugati különbség a két város között: Alexandriában hozzávetőleg 12 perccel később van dél, mint Asszuánban.

Eratoszthenész művének harmadik része a lakott Föld, az *oikoumené* részletes leírása, és egyben politikai földrajza volt. Erről *Sztrabónál* ezt olvassuk (vö. C 67—68):

„A Geográfia harmadik könyvében *Eratoszthenész* megszerkeszti a lakott föld térképét, majd egy nyugatról kelet felé haladó vonallal két részre osztja ezt. Nyugaton határu l Héraklész oszlopait (Gibraltárt) veszi, keleten pedig az India északi oldalát határoló hegység magas, szélső hegyeit. Ezt a vonalat az Oszlopoktól a szicíliai tengerszoroson, a Peloponnészoszon, illetőleg Attika déli csúcsán keresztül Rhodoszig, majd az Isszoszi-öbölíg húzza stb.”

Ne törődjünk most azzal, hogy ez a kelet – nyugati irányú vonal csak némi jóakarattal tekinthető „egyenesnek”. Annyi máris látható *Sztrabón* szavaiból, hogy *Eratoszthenész* leíró földrajzának középpontjában a Földközi-tenger vidéke állt. Ezt ismerték az ókorban legjobban, és ennek a térképeit javígtatták az egymást követő generációk.

Végül pedig érdemes lesz még kiemelniünk *Eratoszthenész* földrajzával kapcsolatban a *történeti szemléletre* törekvést. A Földet nem tekinti egyszer s mindenkorra adottnak és változatlan nak. Ismeri a „földtörténet” fogalmát, ha nem is várható, hogy ilyen természetű elgondolásait a modern tudomány magáé vá tegye. Példaként említsük meg: úgy gondolta, hogy a Fekete-tenger korábban *nem volt* kapcsolatban a Földközivel. Idővel azonban „megtelt a Pontusz”, és ezért tört át a Boszporuszon, Hellészpontoszon keresztül a Földközi-tengerbe. Ehhez hasonló történeti szemlélettel később is találkozunk. A sztoikus *Zénón* pl. úgy gondolta, hogy azok a víztömegek, amelyek régebben a Föld egész felületét borították, „visszavonulóban vannak”, egyre nagyobb lesz a szárazföld.

5. A rómaiak hatása

Pytheasz felfedező útjai a 4. századra esnek. *Eratoszthenész* nagy földrajzi rendszere a 3. század műve volt. Az utána következő 2. század földrajzát két ellentétes irányú tendencia jellemzi. Egyrészt ti. erőteljesebb lett a földrajzban a csillagászat és a matematika hatása. Ez azonban tulajdonképpen mégiscsak elszigetelt jelenség maradt. Mert ezt a tendenciát igazában csak egy nagy tudós nak, *Hipparkhosz* nak ilyen irányú műve képviseli. *Hipparkhosz* pedig valójában *nem* geográfus, hanem sokkal inkább asztronómus-matematik us volt. Nem is adott új térképet az *Oikoumenéről*, csak a régebbiekhez fűzött kritikus megjegyzéseket. Az, amivel *Hipparkhosz* mégis beírta nevét a földrajz történetébe,

három könyvre terjedő kommentárja volt *Eratoszthenész Földrajzához*. Mivel pedig ebben többször élesen bírálta *Eratoszthenészt*, s minthogy a későbbiek — különösen *Sztrabón* — elég gyakran idéztek tőle ilyen megnyilatkozásokat, *Hipparkhosz* ezzel a művével nagyban hozzájárult *Eratoszthenész* tekintélyének a megtépázásához — különösen az új- és a legújabb korban. — De ne vezessen félre bennünket ez az ókori tudományos-irodalmi műfaj. Sokan írtak ilyesmit azokban az évszázadokban. Többek között fennmaradt ennek a műfajnak egy példája éppen *Hipparkhosztól*: az a másik, ugyancsak három könyvből álló kritikus kommentárja, amelyet *Eudoxosz* művéhez írt; illetőleg pontosabban: *Hipparkhosz* annak az *Aratosznak* a csillagászati művéhez írt kommentárt, aki a 3. században a nála 100 évvel korábbi (tehát még 4. századi) *Eudoxosznak* *Phainomena* című csillagászatát foglalta versekbe. Ebből a *Hipparkhosz*-kommentárból pedig azt látjuk, hogy a magyarázó-bíráló szerző sokszor élesen kritizálja ugyan *Aratoszt* (és egyben *Eudoxoszt*, aki sokkal inkább felelős a tárgyalt munka tartalmáért, mint az az *Aratosz*, aki csak a versbe öntésre vállalkozott), de ez korántsem jelenti azt, mintha *Hipparkhosz* nem lett volna tisztában *Eudoxosz* kifogásolt munkájának nagy tudományos jelentőségével. — Kb. így viszonyulhatott *Hipparkhosz* az általa szigorúan megbírált *Eratoszthenész*hez is. Bármilyen sok tévedést, pontatlanságot vetett a szemére, azért sok mindenben mégiscsak *Eratoszthenész* volt *Hipparkhosz* nagy mintaképe a csillagászati földrajzban.

De elszigetelt jelenség maradt nemcsak *Hipparkhosz* szigorú hangja *Eratoszthenésszel* szemben; nem talált követőkre még az sem, amit *Eratoszthenész* tűzött ki célul, hogy ti. *be kell vonni a földrajzba a csillagászatot és a matematikát*. Úgy látszik, túl igényesnek találták ezt a követelményt. Mert ha igaz is, hogy *Eratoszthenészt* nem egészen 100 évvel utána *Hipparkhosz* követte, majd ugyanezt a vonalat folytatta a földrajzban még később — időszámításunk 2. századában — *Ptolemaiosz*, egyelőre nem ez lett a földrajzi ismeretek további kibontakozásának az iránya.

A másik tendencia ti., amely szinte rögtön *Eratoszthenész* után érvényesült, határozott *elfordulás* volt az általa kitűzött céltól. Nemcsak a matematika és a csillagászat szorultak háttérbe — ha egyáltalán hajlandók voltak figyelembe venni ezt a két idegennek érzett diszciplínát —, hanem magának a földrajznak a célját is másban keresték, nem abban, ami csak *Eratoszthenésznél* és *Hipparkhosznál* került előtérbe.

Mi szükség van egyáltalán földrajzra? — Persze, jó az, ha az idegenben elvetődő katoná, hadvezér, politikus, tisztviselő vagy követ ismeri azokat a tájakat, ahova mennie kell. Nagyjából így érdekelte az idegen világ a görög történet archaikus korszakában a hajóst, a kereskedőt, a gyarmatosítót. Az i. e. 2. században viszont a világot meghódító rómaiak néztek így körül az idegenben. Az ő erősen gyakorlati szempontú érdeklődésük szabta meg azt is, mivel foglalkozzék a geográfia. Praktikus célú földismeret, megbízható térképek kellenek, amelyek lehetőleg pontosan megadják az utak hosszúságát is.

A különös csak az, hogy még mielőtt valaki megfogalmazta volna ezeket a jellegzetesen római szempontokat, máris akadt egy olyan görög geográfus ennek a századnak az első felében, aki ebben a szellemben fogta fel a földrajz feladatát. A knidoszi *Agatharkhidész* volt ez, aki előbb mint tanító működött Alexandriában, majd mint felolvasó és titkár magas polcra emelkedett VI. *Ptolemaiosz Philométór* udvarában. Megírta két munkában — összesen 59 könyvben — Ázsia és Európa földrajzát az egész akkoriban számon tartott történelemmel együtt. Egy harmadik műve (öt könyvben) a Vörös-tengerről szólt. Mindezekből ugyan csak töredékek maradtak ránk, de ezekből is kiderül, hogy erre a szerzőre egyáltalán nem hatott *Eratoszthenész*.

Még világosabb példa arra, hogy mennyire beszűkült *Eratoszthenész* után a geográfia fogalma, a 2. század legnagyobb, és egyben az egész ókor jelentős történetírója, *Polybiosz*. Érdemes lesz itt előbb röviden kitérni arra: ki volt *Polybiosz*, és hogyan látta a világot.

Az arkadiai *Polybiosz* az i. e. 3. század legvégén született. Apja annak az *akháj szövetségnek* volt a feje, amely még ilyen elkésetten is — több mint másfél évszázaddal a makedón *Philipposz* és az athéni *Demoszthenész* valamint az előbbinek fia, *Nagy Sándor* után — a görög városállamok szabadságáért küzdött. Ebben a szellemben működött kezdetben az ifjú *Polybiosz* is — egy ízben mint Egyiptomba küldött követ, később pedig mint a szövetség lovasságának a vezére. Amikor azonban a rómaiak legyőzték *Perszeuszt*, Makedónia királyát, a győztesek 1000 túszt vittek magukkal Rómába. Ezek között volt *Polybiosz* is, és ez döntő fordulat lett egész életére, világnézetére. *Polybiosz* egyfolytában 17 évet töltött Rómában, ahol közvetlen kapcsolatban állott *Aemilius Paulusszal* és ennek az egyik *Scipio* által örökbefogadott fiával, *Scipio Aemilianusszal*, aki később Karthágó lerombolója és Numantia meghódítója lett. A római szenátusi arisztokráciának ez a köre — ellentétben a híres

Catóval, aki i. e. 184-ben volt *ensor* — rokonszenvezett a hellenisztikus műveltséggel, és igyekezett a tehetséges görögöt, *Polybioszt* megnyerni Róma ügyének. Ez teljes mértékben sikerült is. *Polybioszt*, aki később részt vett *Scipio* oldalán mind a harmadik pun háborúban, mind a Numantia ellen viselt hadjáratban, leplezetlen bámulattal töltötte el nemcsak a rómaiak biztos katonai fölénye, hanem Róma egész társadalmi és állami rendje. Gondolkozásában, világnézetében úgyszólván rómaivá lett, és görög létére elsőnek fogalmazta meg azt a gondolatot, hogy *Rómának uralma alatt kell egyesítenie a világ népeit mind*.

A modern olvasó önkéntelenül is fölteszi magában a kérdést: Görög volt-e még *Polybiosz* — túl azon a tényen is, hogy görögül írta nagy művét? Közvetlenül az után, hogy saját szemével látta, hogyan tették a rómaiak a pusztá földdel egyenlővé Karthágót, görög földre sietett *Polybiosz*, *Mummius* consul táborába. És itt tanúja lett annak, hogy a rómaiak nemcsak Karthágót, hanem az elfoglalt Korinthoszt is szinte eltörölték a föld színéről. De *Polybioszt* még ez sem akadályozta meg abban, hogy utána elfogadja a rómaiak megbízását, és amikor Görögország római provincia lett, ő foganatosítsa a görög városokban az új alkotmányt. (A görög városok ezért, persze, hálából kitüntetésekkel halmozták el *Polybioszt*.)

A gondolkozásában, mentalitásában rómaivá lett *Polybiosz* a történetírásban új műfajt teremtett, amely idők folyamán több-kevesebb változáson ment ugyan keresztül, de lényegében mind a mai napig megmaradt annak, aminek *Polybiosz* elgondolta. Ez az új irodalmi műfaj: a *világtörténet*. *Polybiosz* az első, aki csakugyan világtörténetet írt. Mert legyünk tisztában azzal: a „világtörténet” mint műfaj *nem* abból áll, hogy enciklopedikusan egymás mellé rendeljük a világ lehetőleg minden megismert népének a történetét, vagy ami ebből egyáltalán *megismerhető* és így *elmondható* olyanok számára is, akik a kérdéses népről esetleg nagyon keveset, vagy néha kereken semmit se tudnak. „Világtörténet” az ilyen gyűjteményből csak akkor lesz, ha van olyan, a résztörténetekre egyenként mind alkalmazható egységes szempontunk, amelynek alapján rendezhetjük az egyes népek csak „látszólag” (?) külön utakon járó történetét. Ha pl. úgy gondoljuk, hogy minden emberi történésnek van valami közös célja, pl.: a természet önkényének kiszolgáltatott ember „föl akar szabadulni a vak erők uralma alól”, vagy pláne: „le akarja győzni a természetet”, akkor ez a gondolat máris olyan szempont, amely egységes keretet adhat a sokféle történés tarka összevisszaságának.

Ilyen vagy ehhez hasonló szempontok alapján lesz vagy legalább *lehet* a különféle történetekből *egyetemes világtörténet*.

Polybiosz esetében az egyetemes világtörténet arra az elgondolásra épült, hogy a sok szálon elinduló, bonyolult történeti események mind egy irányba, egy cél felé haladnak, ez pedig: Róma világuralmának a kibontakozása.

Az eredetileg 40 könyvből álló hatalmas munkából csak az első 5 könyv maradt fenn teljes egészében; a többiből kivonatok, töredékek állnak a rendelkezésünkre. — A *földrajz Polybiosz* számára ezen a munkán belül mint a történelem segédtudománya jött számításba. Kiemeli, persze, ugyanakkor azt is, hogy milyen lényegesek a földrajzi ismeretek az államférfi és a hadvezér számára. Ő maga mint pragmatikus történetíró, arra törekedett, hogy olvasói világos képet kapjanak a tárgyalt események színhelyéről. Minthogy pedig a 40 könyv eseményei nagyon sokfelé szétágaztak, ez maga gyakori földrajzi kitérésekre kényszerítette volna a szerzőt. Az antik híradás arról értesít bennünket, hogy éppen ezt akarta elkerülni *Polybiosz*, amikor az egész földrajzot, amely szükséges volt munkájához, egy könyvben (állítólag a 34.-ben) foglalta össze. Erről, persze, csak közvetve tudunk, minthogy a kérdéses könyv nem maradt fenn. Ha mégis tudni szeretnénk, milyen lehetett *Polybiosz* ezen a téren, újra *Sztrabón*t kell elővennünk. Az alábbi részlet pl. világos képet ad arról, milyen szerepe volt a földrajznak *Polybiosz* munkájában (vö. *Sztrabón* C 148):

„*Polybiosz* azt írja az Új-Karthágó melletti ezüsbányákról (Hiszpaniában), hogy azok igen nagyok, kb. 20 stadionra a várostól akkora területen fekszenek, amelynek kerülete 400 stadion. Állandóan 40 000 munkás dolgozik itt, és ezek a római népnek napi 25 000 drachma hasznót hajtanak. Az egyik termelési módot nem mondom el itt, túl messzire vezetne; a másik — *Polybiosz* leírása szerint — abból áll, hogy a víztől lehordott ezüsgöröngyöket szétverik, majd vízben szitákon átszitálják; az üledéket újra összezúzzák, átszitálják; ha a víz lefolyt, megismételik ugyanezt. Végül pedig az ötödik üledéket megolvasztják, és miután leolvadt róla az ólom, színezüstöt kapnak belőle. Az ezüsbányák ma is megvannak, de már nincsenek állami tulajdonban; eladták őket magánosoknak. Az aranybányák nagy része azonban ma is állami tulajdon. Kasztalónban és egyebütt Hiszpaniában különös ólomércet bányásznak: van benne némi ezüst, de oly kevés, hogy nem érdemes dústani. — Kasztalóntól nem messze van egy hegy — állítólag innen ered a Baitisz.

folyó —, amelyet ezüstabányái miatt *ezüsthegynek* neveznek. *Polybiosz* szerint azonban mind az Anasz folyó, mind pedig a Baitisz Kelet-Ibériából ered; forrásvidékük mintegy 900 stádiumnyira van egymástól. A keltiberek nevét ugyanis, amikor ezeknek hatalma megnőtt, a szomszédos területek lakói is átvették. A régieknél Baitisznak Tartésszosz, Gadeirának és a hozzá tartozó szigeteknek meg Erytheia volt a neve. Stb.”

Amint az idézet is mutatja, *Polybiosz* a leíró földrajzban a gazdasági szempontokat sem hagyta figyelmen kívül. Mindent összevéve, helyesen állapítja meg róla Balázs János a magyar Sztrabón-kiadás bevezetőjében: „[*Polybiosz*] elvetette *Eratoszthenész* fizikai, asztronómiai és geometriai alapokra fektetett tudományos földrajzát. Az ő figyelmét első sorban a katonai hódítások, az államszervezet, és az egyes országok gyakorlati célok szerint végzett felmérése kötötte le. A földrajz jelentőségét is ezek szerint a szempontok szerint ítélte meg: hogyan és mennyiben hasznosíthatók a történeti áttekintésben e segédtudomány módszerei, eredményei.”

6. Poszeidóniosz földrajza

Újabb fordulatot jelentett az antik geográfiának mint tudománynak a kibontakozásában az apameai *Poszeidóniosz* (i. e. 135–51). A késő hellenisztikus kornak ez a szír származású, jelentős sztoikus filozófusa Rhodosz szigetén működött — éppen úgy, mint egy-két emberöltővel előtte (föltehetően) a nagy csillagász, *Hipparkhosz* is. Tudunk róla, hogy jól ismerte *Poszeidónioszt* az egykorú római politika több előkelő szereplője. *Cicero* pl. fölkereste Rhodosz szigetén, *Pompeius* kétszer is járt nála. De járt *Poszeidóniosz* is Rómában mint követ, és beutazta nemcsak Itáliát, Galliát és Ibériát, hanem Észak-Afrika egy részét is. Bizonyos, hogy már ezek az utazások alkalmassá tehették a nyitott szemű, fogékony, minden iránt érdeklődő és mindent megfigyelő *Poszeidónioszt* arra, hogy érdekes földrajzi munkát írjon. De igazában mégsem ebből állt az ő jelentősége a földrajz szempontjából.

Mert *Poszeidóniosz* számára a földrajz nem tájak, vidékek gondos leírása, jellemzése, hanem *világmagyarázat*. Talán ő az első, aki a földrajzot *filozófiának* tartotta. Mert igaz ugyan, hogy az ókorban általában minden tudomány a filozófiából bontakozott ki, de aligha érvényes ez

arra a földrajzra, amely kezdetben világjárók, utazók, messze földre elvetődő kereskedők élménybeszámolója volt. Sokkal inkább illik az ilyesmire a hérodotoszi megjelölés: *hisztórié* = „*kutatás*”, „*tudakozódás*”, „közvetlen tapasztalásból, megismerésből származó *tudás*”. — Ha meg arra a másik földrajzra gondolunk, amelynek jellegzetes képviselői *Anaximandrosz*, *Eratoszthenész* és *Hipparkhosz* voltak — ebben az esetben a geográfia inkább csak az antik „*physzikán*”, asztronómián és matematikán keresztül *közvetve* része a filozófiának.

Másképp értette *Poszeidóniosz* azt a *Sztrabón*nál is felbukkanó gondolatot, hogy a földrajz *filozófia*. Ő ti. úgy gondolta, hogy a földrajz közvetlen magyarázat olyan jelenségekre is, amelyeket mi már sokszor csak fenntartással kapcsolunk a geográfiához. Vegyük pl. szemügyre az alábbi *Sztrabón*-idézetet (C 95—96), amelyet kissé rövidítve, de lehetőleg az összefüggés megcsonkítása nélkül iktatok ide:

„Amikor *Poszeidóniosz* a Földet övekre osztja, azt állítja, hogy mind az ötnek a beosztása *az égi jelenségekhez* igazodik. Az öt közül kettő *körös-körül árnyas*, az a kettő ti., amely a sarkok körül fekszik és az ún. arktikus körig tart. *Csak egy irányban árnyas* az előbbiekkal határos másik két öv (ti. az északi és a déli félgömbön); ez a másik kettő a *térítő-körökig* (azaz: a nyári, illetőleg a téli napforduló köréig) tart. Végül pedig az *ötödik öv* (a legszélesebb!) azoknak az öve, akik a két *térítő* között élnek; itt *az árnyékok mind a két irányba mutathatnak*. — Egy másik, az emberi viszonyokat szemmel tartó beosztás az, amely még két övet különböztet meg, ti. a *térítők* alatt levő, illetőleg azok által két részre osztott övet, ahol a Nap fél hónapon át a zeniten delel. — Ennek a két övnek megvannak a jellemző sajátosságai: részint szárazak, részint fövényesek, és semmit sem teremnek... néhány aszott gabonafajtától eltekintve. Mert nincsenek a közelben hegyek, amelyek feltartanák a felhőket, így nincs eső ezeken a vidékeken; folyók sem szelik át e területeket. Ezért az ottani állatok göndör szőrűek, görbe szarvúak, előre álló ajkúak és széles orrúak, végtagjaik összehúzódtak. A halevők is ezeken az öveken élnek. Stb., stb.” (*Földy J.* fordítása nyomán.)

Az idézet magyar szövegét szinte *parafrázissá* alakítottam át, mert mielőtt magyarázatot fűznék hozzá, előre kell bocsátanom vele kapcsolatban két megfigyelést:

1. *Földy* magyar szövege *nyelvi szempontból* nagyjából megfelel ugyan az eredetinek, de egyszersmind azt is elárulja, hogy a fordító egyáltalán nem értette, miről van szó.

2. A magyar fordító mentségéül szolgáljon az, hogy maga *Sztrabón* is csak feléből-harmadából fogta föl az itt vázolt poszeidónioszi gondolatot. Mert, ha jobban megértette volna azt, amit az előbbieken kivonatolt, feltehetően másképp foglalt volna állást hozzá. — Lássuk ezek után az idézethez fűzendő magyarázatot.

Poszeidóniosznak az „égi jelenségekhez igazodó öt öve” természetesen ugyanaz, mint amit a Csillagászatról szóló részben *Kleomédész* nyomán (2. „*A Föld és a kozmosz*”) rajzzal is illusztrálok (lásd 29. oldal). A sarkok körüli két kisebb körnek — övnek — az ábra az 1-es és 5-ös számot adja. — Az ezeket követő másik két öv, a két arktikus kör és a nyári napforduló, illetőleg a téli napforduló közötti, az ábrán a 2-es és 4-es számmal jelölt. Ez a két öv az északi és a déli féltekén a mi terminológiánk szerint a két *mérsékelt égöv*. — Végül pedig *Poszeidóniosz* ötödik öve — az ábrán a 3-as számmal jelölt — a *forró égöv* az Egyenlítő két oldalán, a nyári és a téli napfordulógig.

Utal ezenkívül az előbbi idézet a napórának, azaz a függőlegesen álló botnak (a *gnómon*nak) a *déli árnyékára*. Jobban megértjük az ezzel kapcsolatos, kissé nehézkes magyar terminológiát, ha a következőkből indulunk ki. A két mérsékelt övben, tehát az északi féltekén az Északi-sarkkör és a nyári napforduló, a déli féltekén pedig a Déli-sarkkör és a téli napforduló köre között *a bot déli árnyéka mindig egyirányú*: az északi féltekén észak, a délin pedig dél felé mutat. Ezért nevezi az előbbi *Sztrabón*-idézet ezt a két övet „*csak egy irányban árnyasnak*” (*heteroszkiosz*). A sarkkörökön belül azonban — tehát ezektől a köröktől a sarkok felé eső területen — előfordul az is, hogy a Nap 24 óráig vagy ennél hosszabb ideig — magukon a sarkokon 6 egész hónapig — egyáltalán nem merül a horizont alá. Ezeken a területeken tehát a függőlegesen álló botnak az árnyéka ilyenkor *teljes kört ír le*; „*köröskörül árnyas*” ez a két öv, mondja az előbbi szöveg (görögül: *periszkiosz*). — Végül pedig a forró égöv alatt — a két napforduló között, az Egyenlítő fölött és alatt — a Nap járása szerint hol észak, hol meg dél felé mutat a déli árnyék. Erről a területről mondja szövegünk, hogy itt „*az árnyékok mind a két irányba mutatnak*” (*amphiszkiói*).

Érdemes még hozzáfűzni ehhez a magyarázathoz: sokan azt hiszik, hogy a hármas megkülönböztetést *Poszeidóniosz* vezette volna be (*periszkiói, heteroszkiói, amphiszkiói*). Ez *nem valószínű*. Ha nem is tudjuk kimutatni a három terminust korábbiáról, bizonyos, hogy beszéltek a déli árnyék *átfordulásáról* már több mint 200 évvel *Poszeidóniosz* előtt.

Ebből a megfigyelésből pedig rögtön következik az árnyékok háromféle megkülönböztetése.

Beszél azonban az előbbi Sztrabón-idézet egy másik, az „emberi viszonyokat szemmel tartó” zónabeosztásról. Ez a gondolat már valóban poszeidónioszi. De hát van-e csakugyan a fenti ötön kívül „még másik két öv” is? — Csak abban az esetben, ha nem az előbbi, az árnyékok iránya szerinti megkülönböztetésből indulunk ki, hanem az öveket egy egészen más szempont szerint osztjuk be. Ez a másik szempont nem helyezi ugyan hatályon kívül az előbbit, az „égi jelenségek szerinti övbeosztást”, de mégis módosítja azt. Úgy látszik, Sztrabón nem látta tisztán a kétféle beosztásnak a különbségét. Csak az derül ki szövegéből, hogy Poszeidóniosz két olyan övről beszélt, „ahol a Nap fél hónapon át a zeniten delel”. Meg hogy mindjárt utalt arra is: az övek éghajlati különbségei megnyilatkoznak a vegetáció különbözőségében is („fövényesek . . . , semmit sem teremnek, néhány aszott gabonafajtán kívül”).

Nem értjük azonban Sztrabón beszámolójából: hogyan kapcsolta Poszeidóniosz a Nap járására vonatkozó megfigyeléshez azt a másikat, hogy e két öv közelében „nincsenek hegyek, amelyek feltartanak a felhőket”, ezért ezek a területek „szárazak, esőtlenek, folyójuk sincs”. — Sztrabón szavai azt a benyomást keltik, mintha az utóbbi tények nem tartoznának szervesen a Nap járásáról mondottakhoz. De hogy ez eredetileg mégsem így lehetett, azt elárulja a rögtön ehhez kapcsolódó megjegyzés: „Ezért az ottani állatok göndör szőrűek, görbe szarvúak, előre álló ajkúak és széles orrúak stb.” Az égövekből következik tehát nemcsak az éghajlat, a vegetáció, a szárazság, esőtlenesség, hanem még az állatok egész külső megjelenési formája is. A kozmosz egyetlen hatalmas organikus egység; a földrajz, a föld leírása pedig egyszersmind *magyarázat* a legtávolabb álló dolgokra is; vagyis ez a diszciplína egyszersmind *filozófia* — a szónak ebben a másik, poszeidónioszi értelmében.

Messzire vezetne, ha föltennénk itt még azt a kérdést is: Mennyiben lehetett igaza Poszeidóniosznak, amikor még az állatok külső megjelenési formájában is az égövek hatását vélte fölismerni? — Összehasonlításul utaljunk inkább két olyan újabb kori megfigyelésre, amely mind a kettő állhatott volna ugyanígy akár Poszeidóniosz Földrajzában is.

1. Közismert, hogy minél északabbra megyünk, annál világosabb, fehérebb az emberek bőrének a színe. Dél felé viszont egyre sötétebb, sőt a forró égöv alatt már egyenesen *fekete*. Hát ez vajon nem a Nap járásának, az égöveknek a hatása-e?

2. Vagy: Miért sokkal rövidebb az eszkimók orra, mint a sivatagot járó beduinoké? Vajon nem a földrajzi adottságokból következő élet-körülmények vezettek-e az egyik esetben a lélegzés szűrőberendezésének a meghosszabbodásához? (Északon, túl a sarkkörön: *hómezők*, délen: a trópusok táján pedig: *homoksivatagok*.)

*

Ahhoz, hogy jobban megértsük *Poszeidóniosz*nak egy-egy, a földrajzzal kapcsolatos elgondolását, tudnunk kell, hogy ő az egész kozmoszt mint *eleven organizmust* fogta föl, amelyben a legapróbb rész is összhangban van a nagy egésszel. (Ez a poszeidónioszi „*sympatheia*”). Érezhető ennek az elképzelésnek a hatása néha még egy-egy olyan leírason is, amely csak töredékesen, közvetítő szövegben maradt ránk, és anélkül, hogy a központi gondolatot egyáltalán kimondaná. *Sztrabón* pl. így írja le (C 277) a Lipari-szigetek és Szicília vulkanizmusát:

„Gyakran láthatók lángok a szigeteket környező tenger felett, amikor föltárul a mélységben levő üregek valamelyik nyílása, és a tűz nagy erővel kitör. *Poszeidóniosz* meséli, hogy látták annak idején nyári napfordulókor hajnalban, amint Hiera és Euónymosz szigetek között a tenger egyszerre csak iszonyú erővel a magasba emelkedett; sisteregve-forrongva egy darabig úgy is maradt, majd ismét visszasüllyedt. A hajósok pedig, akik közelebb merészkedtek, döglött halakat láttak az árban. A hőség és a gyilkos gázok azonban csakhamar gyors visszafordulásra készítették őket. Az egyik csónak, amelyik tovább ment a kelleténél, el is vesztette utasai egy részét, a többiek meg csak ügyel-bajjal vergődtek ki Lipara szigetére, félig eszméletlenül, mint az epileptikusok, és csak lassanként térve magukhoz. Napok múlva meg habos iszap borította a víz színét, a távolban tűz, füst és gőzfelhő látszott a tengeren. Még később: megkeményedett az iszap, és olyanná lett, mint a vulkáni kőzet. — Szicília helytartója *Titus Flaminius* beszámolt a szenátusnak erről a természeti jelenségről, az meg elrendelte, hogy mutassanak be engesztelő áldozatot mind ezen a szigeten (Szicília), mind pedig Liparán az alvilág és a tenger isteneinek.”

*

Mínthogy viszont *Poszeidóniosz* szövege közvetlenül nem maradt ránk, gondolatait gyakran éppen annak alapján kell rekonstruálnunk, amit a vele (*Poszeidóniosz*sal) vitázó forrás *cáfolni igyekszik*. Ilyen szempontból érdekes pl. az alábbi *Sztrabón*-részlet (vö. C 103).

„Az állatok, növények és földövek elrendeződései, éppúgy mint a népek és a nyelvek közötti különbségek is, *nem tervszerűleg* keletkeztek, hanem esetlegesen és a véletlen műveként adódnak.” [*Poszeidóniosz* ennek nyilván az *ellenkezőjét* állította. Ügyeljünk ugyanígy a következőkben különösen a *dőlőbetűs* részekre. Sz. Á.] „A művészetek, a készségek és foglalkozások bizonyos próbálkozás után *bármely éghajlat alatt* szép eredményre vezethetnek. Bizonyos dolgok függenek csakugyan az éghajlattól is, ezek természeti sajátosságok; mások viszont a megszokás és gyakorlás eredményei. Mert *nem természetből van az*, hogy az athéniek tudománykedvelők, a spártaiak meg nem azok . . . ugyanígy a babilóniak és az egyiptomiak sem *természetüknél fogva bölcselkedők*, hanem gyakorlásból és megszokásból; sőt, a lovak, a marhák és egyéb állatok kiválóságának *sem pusztán földrajzi különbség az oka*, hanem a gyakorlás. *Poszeidóniosz* azonban mindezt *összekeveri* . . .”

Az a földrajz tehát, amelyet *Poszeidóniosz* képviselt, érdeklődésében jóval szélesebb körű, általánosabb jellegű volt, mint a *Polybioszé*. Az utóbbi a geográfiát csak mint a politikai történet segédtudományát érvényesítette; a matematikát és asztronómiát figyelmen kívül hagyta; a földrajzi ismeretek mindennapos, gyakorlati hasznát hangsúlyozta. *Poszeidóniosz* viszont nemcsak újra előtérbe állította *Eratoszthenész* szempontjait, hanem ki is bővítette a geográfia fogalmát *világmagyarázattá*. Kár, hogy gondolatai sokszor csak eltorzítva és olyan szűrőn keresztül jutottak el hozzánk, amely messze elmarad az ő szellemi színvonala mögött.

7. Sztrabón*

Az ókor legismertebb geográfusa *Sztrabón* (i. e. 63–i. sz. 19) Kis-ázsianak Pontusz nevű vidékén született. Ez a terület, a Fekete-tenger délkeleti partvidéke, a *Nagy Sándor* utáni időkben önálló hellenisztikus

* Ez a vázlatos áttekintés csak kiegészíteni igyekszik azt, amit az olvasó különben is megtalál *Sztrabón* magyar kiadásában: Strabón, *Geographika*, Gondolat, Budapest 1977, fordította Földy József. — Részletes bevezetőt írt ehhez a munkához: Balázs János.

királyság volt mindaddig, amíg — éppen a *Sztrabón* születése körüli években, a mithridatészi háborúk befejezéseképpen — római provincia lett.

Már ez a tény maga érdekes párhuzamba állítja *Sztrabón*t nagy mintaképével, *Polybiosszal*. Egy évszázaddal korábban *Polybiosz* akkor teremtette meg a „világtörténetet” mint műfajt, amikor hazája, az európai Hellász római provincia lett. *Sztrabón* irodalmi pályafutása meg azzal kezdődött, hogy miután az ő szűkebb hazája, a Pontusz is római provincia lett, ő meg hozzákezdett *Polybiosz* világtörténetének a folytatásához. Meg is írta 44 könyvben a „*Polybiosz után történt dolgokat*” — ahogy később ezt a művét citálni szokta. Hogy vajon elérte-e *Sztrabón*-nak ez a történeti munkája a mintaképnek, *Polybiosz*nak a színvonalát, nem tudjuk. Mert ebből csak töredékek maradtak ránk. De megmaradt *Sztrabón* másik, későbbi munkája: a „földrajzi följegyzések” (*geographika hypomnēmata*) 17 könyvben. Ennek a jelentősége pedig éppen abban áll, hogy ezt egyrészt majdnem teljes egészében olvashatjuk, másrészt pedig — szinte még inkább — abban, hogy ezen keresztül sokat megtudunk arról a régebbi, értékesebb, de sajnos elveszett irodalomról, amelyet *Sztrabón* még jól ismert és gyakran használt — ha nem is mindig értett elég jól.

Földrajzi művének a célja tulajdonképpen az egész lakott világnak, az *oikoumenének* a leírása volt, bár *Sztrabón* maga is elmondja, hogy igazában „kevesebbet utazott, mint amennyit egy geográfusnak kellett volna”. Csak arról tudja biztosítani olvasóját, hogy azokban a részekben, amelyekben nem a saját tapasztalatait adja elő, megbízható forrásokból merített.

A tudománytörténet szempontjából éppen ez a leglényegesebb: tisztázni *Sztrabón*nak forrásaihoz való viszonyát. Ez azonban gyakran nem könnyű feladat. Mert ő nemcsak *merít* e forrásokból, hanem hogy önállóságát fitogtassa, szívesen kritizálgatja is őket: hol az egyiket, hol a másikat játssza ki egy harmadik ellen, hol meg fordítva. De mindez még a kisebbik baj lenne. Jóval kellemetlenebb ennél az, hogy *Sztrabón* néha nem is idézett forrásaival vitatkozik, hanem azzal, amit ő belőlük megértett. Ez pedig nemritkán pusztá fantom, amit csak ő képzelt el magának. — Aligha volna érdemes kezünkbe vennünk manapság *Sztrabón*t, ha hozzáférhető volna számunkra is mindaz, amit ő még idézgetett. Vegyünk erre csak egy példát: Hogyan viszonylik *Sztrabón* a forrásához?

Szó volt már az előbbieken arról, hogy *Poszeidóniosz* szerint a földrajz *filozófia*, *világmagyarázat*. Említettük ebben az összefüggésben a poszeidónioszi *szympatheia* fogalmát. Átveszi ezt a gondolatot *Sztrabón* is. De nézzük csak meg, mi lett ebből nála! Olvassuk el művének bevezető sorait.

„Ha van tudomány, amellyel a bölcseletnek egyáltalán még foglalkoznia kell, akkor a *földrajz* az, amelyet vizsgálódásunk tárgyául választotunk. Véleményünk helyessége mellett számos körülmény bizonyít. Azok ugyanis, akik először szánták rá magukat vele foglalkozni, körülbelül ezek voltak stb.” — Majd a korábbi geográfusok fölsorolása után így folytatja: „A sokoldalú tudás, amely nélkül lehetetlen e célt elérni, csak annak a tulajdona, aki mind az isteni, mind pedig az emberi dolgokat fürkészi; márpedig e dolgok tanulmányát nevezik bölcseletnek. Hasonlóképpen igen nagy a haszna mind az államtudományokra és a kormányzati ügyekre nézve, mind az égieknek, meg a földi és tengeri lényeknek, a növényeknek, terményeknek és minden egyéb másnak az ismeretére nézve, s ezért olyan férfit kíván, aki az élet helyes elrendezését és boldogságát a szívében viseli.” (*Földy J.* fordítása)*

Ha szövegét olvassuk, néha az a benyomásunk, mintha *Sztrabón* — *Agatharkhidész*nek és *Polybiosz*nak pusztán gyakorlati szempontokat érvényesítő leírásai után — újra vissza akarna térni *Eratoszthenész* és *Hipparkhosz* matematikai földrajzához; pl. az alábbi összefüggésben (C 7). De figyeljük meg egyszersem azt is, hogy a következő idézet hogyan laposodik el a vége felé egyre inkább.

„... sűrűn hangoztatott állítás, hogy a földrajzhoz sokoldalú tudás kell. Helyesen fejt ki *Hipparkhosz Eratoszthenész* ellen írt munkájában, hogy mindenkinek, a közönséges embernek éppen úgy, mint a tudománykedvelőnek, bizonyos földrajzi ismeretek birtokában kell lennie. Ezt azonban az égi jelenségekre és a fogvatkozásokra irányuló megfigyelések megítélése nélkül nem lehet megszerezni. Így pl. a szélességi fokok ismerete nélkül nem lehet eldönteni, hogy az egyiptomi Alexandria északabbra vagy délebbre van-e, mint Babilón, vagy hogy milyen távolságra van tőle. Hasonlóképpen nem lehet meghatározni a nap- és holdfogvatkozások megfigyelése nélkül azt sem, hogy egy vidék mennyire van keletebbre vagy nyugatabbra a másiktól. Így mondja ezt *Hipparkhosz*.

* Vegyük észre, hogy az épületes elmélkedés közben milyen *nyomtalanul* elsikkad *Poszeidóniosz* gondolata: Miért is *filozófia* igazában a geográfia?

— Valamennyien, akik megpróbálják elsorolni egy-egy vidék sajátosságait, híven tartják magukat az égi jelenségekhez és a geometriához, ismertetve mindazt, ami azok alakzatára, nagyságára, távolságára, földrajzi fekvésére (szélességére-hosszúságára) vonatkozik. Ha az építőmester, aki egy ház építéséhez fog, és az építész, aki egy egész várost tervez, mindezekkel előre számol, mennyivel inkább meg kell ezt tennie annak, akinek vizsgálódása az egész Földre irányul; bizony ennek még sokkal jobban kell ügyelnie az ilyesmire. Mert kis területen az északra vagy délre elhajlás nem okoz még nagy különbséget, de ha az egész Föld kerektségét vesszük... akkor az ilyesmi már nagy különbség. Éppen így vagyunk azzal is, hogy vajon India vagy Ibéria környékén él-e valaki; minthogy ismereteink szerint az egyik ezek közül a legkeletibb, a másik meg a legnyugatibb vidék, és így ezek bizonyos mértékig *ellenlábasai* egymásnak.”

Valójában *Sztrabón* visszakanyarodása *Eratoszthenész* és *Hipparkhosz* matematikai földrajzához távolról sem egyértelmű. Még azokban a részekben is, amelyekben nem győzi kiemelni a geometria és az asztronómia fontosságát a földrajz szempontjából — és amelyekben szeretne szívvel-lélekkel ezek mellé a számára oly nehéz segédtudományok mellé állni —, még ezeknek a háttérében is ott kísért mindig a másik, a számára jóval könnyebben megvalósítható polybioszi gondolat — az, ami az alábbi idézet végén ismét leplezetlenül előlép: hasznos tudomány a földrajz az államférfi, a politikus, a hétköznapi ember számára... Abban, ami itt következik (C 12–13), a legtanulságosabb éppen *Sztrabón* folytonos ingadozása egyfelől *Eratoszthenész* és *Hipparkhosz*, másfelől meg *Polybiosz* felfogása között.

„Vegyünk néhány olyan dolgot, amely hasznára van a kereskedőnek is meg a hadvezérnek is. Mert az égi jelenségeket és a Föld helyzetét illetően nem szabad olyan tudatlannak lennie, hogy elveszítse a lélek-jelenlétét, ha esetleg olyan helyre vetődik, ahol valamely égi jelenség eltér attól, amit különben tapasztalni szokott...”

„Viszont olyan pontos tudásra még sincs szüksége, hogy alaposan ismerje a Napnak és a csillagoknak (az adott helyen) egyszerre bekövetkező felkelését, lenyugvását, delelését, a pólus magasságát, a zeniten látható csillagokat, meg mindazt, ami a horizont és a sarkkör változásaiban akár látszólag, akár valósággal különbözőképpen jelenik meg. — *Egynémely dologba nem szabad nagyon belemerülnie* (?) — eltekintve attól az esettől, ha ez bölcséleti vizsgálódás céljából történik; más

dolgokban meg egyszerűen el kell fogadnia, el kell hinnie az előadottat, még ha nem is látja be, hogy miért van ez úgy. — Mert az ilyesminek a kutatása már csak a bölcselőre tartozik, a politikusnak erre már nincs annyi ideje, vagy legalábbis nem mindig akad rá ideje.”

„De ezt az én munkámat azért mégsem olvashatja olyan kevés tudású és műveletlen ember, aki még földgömböt se látott, és aki nem ismeri a rajta található párhuzamos, meg az ezekre merőleges hosszúsági köröket, úgyszintén a ferde köröket; nem hallott sem a térítőkről, ahol a Nap megfordul, sem az Egyenlítőről, meg az állatövről... Mert aki ismeri ezeket a horizontra meg a sarkkörökre vonatkozó dolgokat, és aki tudja a matematika elemeit, az egészen más szemmel kíséri majd figyelemmel itt következő fejtegetéseimet. De akinek fogalma sincs az egyenesről meg a görbéről, a körről, a gömbfelületről meg a síkról, aki az égbolton még a Göncölszekér hét csillagát sem találja meg vagy más ehhez hasonlót nem tud, az ne vegye kezébe ezt a könyvet; vagy legalább ne most tegye, hanem majd akkor, ha mindazt megtanulta, ami ahhoz kell, hogy otthonos legyen a földrajz területén. — Ezért azok is, akik a kikötők és az úgynevezett körülhajózások leírásával foglalkoztak, tökéletlen munkát végeztek, ha nem használták föl kellőképpen a tudománynak és a csillagászatnak idevágó eredményeit.”

„E munkának általános érdekűnek kell lennie, azaz hasznára kell lennie *mind az államférfinak, mind a polgárnak*, éppen úgy, mint korábbi történeti munkámnak. Stb., stb.”

Meglepő, hogy *Sztribón* milyen büszke öntudattal beszél arról, kinek lehet egyáltalán haszna az ő munkájából. — „A földrajzíró munkáját nem a falusi ember és nem az olyan polgárember számára végzi, aki a tulajdonképpeni matematikai problémákkal semmit sem törődik, továbbá nem a kaszás, nem a kapás számára, hanem az olyan ember számára, akit meg lehet győzni arról, hogy a Föld a maga egészében olyan, mint amilyennek azt a matematikusok mondják, valamint hogy ugyanígy helyes mindaz, ami erre a föltevésre épül. Azoknak, akik tanulni akarnak tőle, azt ajánlja, hogy először ezeket az alapelveket vegyék figyelembe. Mert a többi problémáról azt fogja előadni, ami az alapelvekből következik, hogy hallgatói az előadottat minél biztosabban tudják alkalmazni, ha megvannak a kellő matematikai alapismereteik. Mert mások számára a földrajzíró nem akar földrajzi kérdésekről előadást tartani” (C 110).

Ugyanakkor *Sztribón* igyekszik elhatárolni a földrajzot azoktól a

tudományoktól, amelyekben ő maga nem érzi otthon magát. „Alaptudományoknak” nevezi ezeket. (Ma, persze, valami mást értünk „alapkutatáson”). Sőt, nem állja meg a helyét *Sztrabón* okoskodása az *antik tudományelmélet* szempontjából sem. De mégis érdemes ideiktatni gondolatmenetét, mint őrá magára jellemző elképzelést.

„A földrajzírónak azokban a dolgokban, amelyek neki kiindulópontul szolgálnak, bíznia kell az egész Földet fölmérő *geométerek*ben, a géométereknek a *csillagászok*han, ezeknek viszont a *természetbúvárok*ban. A természettudomány („fizika”) alaptudomány; alaptudományoknak pedig azokat nevezik, amelyek minden feltevéstől mentesen csak önmaguktól függenek (?), és alapelveik, valamint az ezekre vonatkozó bizonyítékaik is önmagukra támaszkodnak (?). A *természettudósok* (*fizikusok*) tanításai a következők: a mindenség és az ég gömb alakú, a súlyos tárgyak mozgása a középpont felé tart; a középpont körül gömb alakúra összesűrűsödve áll a Föld; az éggel közös középpontja van mind a Földnek, mind a rajta és az ég közepén áthaladó tengelynek. Az ég pedig a Föld és tengelye körül keletről nyugat felé forog, és vele együtt forognak az állócsillagok — ugyanazzal a sebességgel, mint a kozmosz. Az állócsillagok párhuzamos köröket írnak le. A legismertebb párhuzamosok: az Egyenlítő, a két térítő (a nyári napforduló — téli napforduló) és a sarkkörök. A bolygók (a planéták), valamint a Nap és a Hold a zódiakuson keresztül vont ferde körpályákon mozognak. — A csillagászok aztán — hitelt adva ezeknek a tanításoknak (vagy valamennyinek, vagy csak némelyiknek közülük) — a továbbiakat kutatják, azaz: az égitestek mozgását és körforgását, a fogyatkozásokat, a Nap és a Hold nagyságát, távolságát egymástól meg a Földtől, és még sok egyebet. Ugyanígy építenek a *geométerek*, akik az egész Földet fölmérik, a természettudósok (*fizikusok*) és csillagászok véleményeire; a géométerekre viszont a *geográfusok* építenek” (C 110).

*Sztrabó*nt, persze, nem az egész *fizikai* (vagy más néven: *matematikai-csillagászati*) *Földrajz* érdekli. Ő csak a „lakott Földnek” az *oikoumenének* a leírását tűzte ki céljául. Ennek a méreteiről mondja (C 116): „Ha hozzávesszük a Rhodosztól a Boryszthenészig (azaz a Dnyeper folyóig) fölvetett távolsághoz a Boryszthenésztől az Északi-sarkkörig számított 4000 stadiont, akkor az egész együtt 12 700 stadion. Rhodosztól a lakott Föld déli határáig viszont 16 600 stadion a távolság; úgyhogy a lakott Föld egész kiterjedése észak — déli irányban kevesebb mint 30 000 stadion. A nyugat — keleti irányú kiterjedés meg, Ibéria hegyfokaitól az

indiai hegyfokig — részint szárazföldi úton, részint hajóval mérve — 70 000 stadion... A kelet—nyugati kiterjedés így módon több mint kétszerese az észak—déli irányúnak. Azt is mondják, hogy az *oikoumené* hasonlít egy *köpenyhez* (*khlamysz*), a végeken erősen elkeskenyedik, főként a nyugati végén.”

Bár elég primitív, de érdekes az is, ahogy leírja a földrajzi ábrázolást a gömb- vagy síkfelületen (C 116—117):

„Aki kézzelfogható módon a lehető leghívebben akarja ábrázolni a valóságot, annak a Földet mint gömbidomot kell elkészítenie; olyan gömbre gondolok, amilyen a *Kratészé*; ezen kell fölvennie azt a néyszöveget, amelyen belül aztán megszerkeszti a térképét. Minthogy pedig nagy gömbre lesz szüksége, hogy az említett szelet — amely a gömbnek csak igen kis része — világosan föltüntesse a lakott Föld egyes részeit és helyes áttekintést adjon a szemlélőnek, ajánlatos, ha az, aki képes erre, egy olyan nagy gömböt készít, amelynek 10 láb az átmérője.” (Minthogy egy attikai láb 0,296 m, úgy látszik, *Sztrabón* egy kb. 3 m átmérőjű gömbre gondolt.) „Aki azonban nem tud ekkora gömböt szerkeszteni, az készítsen egy 7 láb hosszú (tehát kb. 2 m) vázlatot *sík lapon*. Mert nem baj az, ha a párhuzamos körök meg a meridiánok helyett, amelyekkel a szélességi fokokat mérjük, meg az égtájakat és a földrészek egyéb eltéréseit az égi jelenségekhez viszonyítva ábrázoljuk — mondom: nem baj, ha ezek helyett *egyenes vonalakat veszünk föl*. A párhuzamos köröknek, persze, párhuzamos egyenesek felelnek majd meg; de párhuzamosak lesznek az előbbiekre merőleges meridiánok is. Könnyű lesz ezt a vázlatot némi képzelőerővel gömbfelületre transzponálni... Igaz ugyan, hogy a gömbfelületen a meridiánok a két sarkon összefutnak, de elég, ha ezt a sík felületen egymás felé hajló vonalakkal jelezzük” (*Földy J.* fordítása nyomán).

Az egész *oikoumenét* *Sztrabón* három földrészre tagolja: *Európa*, *Ázsia* és *Libya*; az utóbbi nevet a mi „*Afrika*” elnevezésünk helyett használja. Világosan kitűnik ez — mind a földrészek felosztása, mind pedig a név használata — az alábbi idézetből (C 126):

„Ha behajózunk az Oszlopoknál levő tengerszoroson [tehát: *Gibraltárnál*], jobb felől van *Libya* egészen a Nílus folyóig, bal felől, a másik oldalon *Európa* a Tanaiszig [a Don-folyóig]. Mindkét földrész *Ázsia* körül végződik. A leírást pedig *Európával* kell kezdenünk. Ez ugyanis igen jól tagolt, és nagyon alkalmas arra, hogy mind az itt lakókat, mind államszervezetüket tökéletesítse. A többi földrésznek is sokat adott

saját kiválóságából. Azonkívül lakható is egész Európa, eltekintve egy egész kevés, északon a hideg miatt lakhatatlan résztől stb.”

Sztrabón korában a „lakott Föld” nagyjából azonos volt a római birodalommal. Művének 17 könyve éppen ennek a leírása nyugatról keletre haladva könyvenként a következő sorrendben: 3. Hiszpania; 4. Gallia—Britannia; 5—6. Itália, Szicília és az Alpesi provinciák; 7. a Duna—Rajna és a Balkán vidéke. [Érdekes itt a Rajnával kapcsolatban legalább zárójelben megemlíteni — bár erre *Sztrabón* nem ebben az összefüggésben, hanem saját beosztása szerint a 4. könyvben tér ki (C 193) —, hogy ő a Rajna folyó hosszát térképén önkényesen *csaknem a felével megrövidíti*. Mi volt erre az oka, hiszen ismert egy másik, a valóságot jobban megközelítő antik adatot is? — Úgy látszik, arról volt csak szó, hogy egy, az övénél *hosszabb* Rajna folyó nem illett volna bele az *oikoumenéről* alkotott elképzelésébe.] A 8., 9. és 10. könyvek Hellászról szólnak; a 11—16. Ázsia, és végül a 17. könyv pedig Egyiptom és Libya (Afrika) leírása.

8. M. Vipsanius Agrippa

Kortársa volt *Sztrabón*nak az a római, akinek műve az ókori földrajz története szempontjából — jóllehet egészen más természetű, mégis — szinte éppen olyan jelentős, mint a görög geográfusé: *M. Vipsanius Agrippa* (i. e. 63—12). Lássuk előbb, ki volt ez, és hogyan lett az antik geográfia egyik sokat emlegetett alakja.

Agrippa mint *Octavianus*nak, a későbbi *Augustus*nak ifjúkori barátja, az ő oldalán vett részt a *Julius Caesar* meggyilkolását követő polgárháborúban. Idővel ő lett *Augustus* legjelentősebb hadvezére, akinek a princeps sok katonai és diplomáciai győzelmét köszönhetette. I. e. 21-ben, kilenc évvel halála előtt, feleségül vette *Augustus* leányát, *Júliát*. (Az ő fiuk volt az az *Agrippa Postumus*, akit *Tacitus* szerint *Augustus* halála után a trónra lépő *Tiberius* meggyilkoltatott.) Mint érdekességet megemlíthetjük, hogy *Agrippa* építtette harmadik consulsága idején, i. e. 27-ben, azt a *Pantheont*, amely az ókori Rómának nemcsak számtalanszor megcsodált, hanem egyszersmind egyetlen, *mind a mai napig használatban levő épülete*.

A földrajzzal úgy került kapcsolatba *Agrippa*, hogy *Augustus* föl akarta mérteni a római birodalom egész területét, és ezzel a feladattal *Agrippát* bízta meg. *Agrippa* pedig, aki többször volt magas rangú pro-

vinciális tisztviselő, és aki ennél fogva hivatalból is közel állott a földrajzhoz, hozzálátott a munkához, és nemcsak anyagot gyűjtött, följegyzéseket készített — mint forrásunk mondja: *commentarii geographicit* írt —, hanem úgy látszik, elkezdte gondos mérések alapján a világtérkép megrajzolását vagy megrajzoltatását is. A munka ugyan nem készült el *Agrippa* életében, aki i. e. 12-ben meghalt, de *Augustus* parancsára *Agrippa* halála után is tovább folytatták ezt, majd később a Mars-mezőn levő *Porticus Vipsuniában* tették ki közszemlére. *Agrippának* ez a világtérképe lett őse és mintaképe számos későbbi római térképnek, többek között a híres *Tabula Peutingerianának*. Ez az utóbbi az egyetlen ókori térkép, amely egy 13. századi másolatban ránk maradt; a másolat mindenestre már az i. sz. 6. század állapotait tükrözi.

Kérdés mármost: Hogyan kapcsolódott *Agrippa* világtérképe a földrajz egykorú tudományához, az akkori konkrét ismeretekhez? Persze, nemcsak maga a térkép pusztult el az alatt a csaknem pontosan 2000 év alatt, amely bennünket *Agrippa* korától elválaszt, de még csak valamire való leírás sem maradt ránk róla. *Pliniuson* kívül (III 17) egyéb források is említik ugyan néha, de mindaz, amit itt-ott elmondanak róla, elég kevésnek látszik ahhoz, hogy megbízható képet kapjunk a munkáról. Mindenesetre tény az, hogy manapság a filológusoknak és egyáltalán az ókorral foglalkozó szakembereknek két, egymással homlokegyenest ellenkező elképzelése van *Agrippa* földrajzi művéről. Nem vállalkozhatunk arra, hogy állást foglaljunk ebben az összefüggésben az egyik vagy a másik elgondolás mellett. Egyszerűen ismertetjük csak mind a kettőt. Jól illusztrálja már a kibontakozó ellentmondás is a tudománytörténet mai állását ebben az elég érdekes kérdésben.

Kezdjük azzal: Hogyan viszonyultak a rómaiak — *Sztrabón* kortársai vagy a nála nem sokkal későbbiek — a földrajz tudományához? — A szónok, *Cicero* pl. a geográfiát is kétségtelenül ahhoz a körhöz sorolta, amelyet a *De oratore* egy ízben homályosabb tudománynak (*obscurior scientia*) nevez. A „józan gondolkodású” római különösen nyugtalanítóan érezhette a Föld gömb alakjáról meg az „ellenlábasokról” (*antipodes*) szóló tanítást. Ezzel az utóbbival kapcsolatban a polihisztor *Plinius* egy alkalommal (II 161) nagy vitáról (*ingens pugna*) beszél. Annak a fogalomnak is, amelynek a görög neve egyszerűen „lakott Föld” (*oikoumené*), a latin megjelölése: *orbis terrarum* = „a Föld kerekése”. Félreérthetetlen utalás ez arra, hogy a sík terepen álló szemlélő egy hatalmas kört lát maga körül. Azt nevezi a római *orbis terrarum*-

nak, amit a görög számára a *látóhatár*, a *horizont* vesz körül. Olyan fogalom tehát az *orbis terrarum*, amely azt a régebbi, népszerű görög elképzelést állandósítja a Földről, mint lapos korongról, amelyet az ión tudomány már az i. e. 6. században félretett.

Bizonyos, hogy ez az elképzelés élt a „művelt rómaiak” körében úgy-szólván az egész ókoron át, és *nem* a Föld gömb alakjáról szóló tanítás. Olvassuk csak el, hogyan ír Skandináviáról és régi lakóiról, a *suionokról* a *Germaniában* (45) az a *Tacitus*, aki kereken 100 évvel *Sztrabón* után élt:

„A *suionokon* túl egy másik tenger van, lomha és csaknem mozdulatlan; hogy ez övezi és zárja körül a *Föld kerekességét*, annak bizonyítéka (*fides*) az, hogy a lenyugvó nap fénye itt napkelteig tart, és olyan világos, hogy elhomályosítja a csillagokat. — A néphit még azt is hozzáteszi (*persuasio adicit*), hogy a felmerülő nap zúgását hallani, a lovak alakját és az isten sugárzó fejét látni is lehet. Ha igaz a szóbeszéd, csak eddig tart a teremtet világ (*Illuc usque, si fama vera, tantum natura*)”.

Amint a szöveg mutatja, *Tacitus* nem vállal ugyan feltétlen felelősséget a továbbadott értesülések egy részéért, de azért egyet-mást csak elhisz ő is abból, amit itt elmond. A feltűnően rövid éjszaka szerinte *bizonyíték* arra (*fides*), hogy az a bizonyos *suionokon* túli tenger „övezi és zárja körül a Föld kerekességét”. Arról, hogy a rövid éjszaka csak a nyári hónapokra érvényes — és hogy télen meg éppen fordítva: a nappalok olyan feltűnően rövidek ott fenn északon —, *Tacitus*nak, úgy látszik, sejtelve sincs. Bár „a fölkelő Nap zúgása”, „Héliosz lovainak látható alakja” és az „isten fejének sugarai” — nem olyan gondolatok, amelyeket ő is meg akarna erősíteni, de egy szóval sem utasítja el azt az elképzelést, hogy a fölkelő és lenyugvó Nap ott fenn északon *mégiscsak közelebb lehet a Földhöz*. — Ez hát a művelt római földrajzi vilásképe a latin irodalom ezüstkorának hajnalán.

De milyen lehetett akkor *Agrippa* világtérképe? — A szerint a modern felfogás szerint, amelyet első helyen ismertetünk, az *orbis terrarum* gondolatából indult ki ő is. A Föld mindent összevéve mégiscsak egy nagy lapos korong, amelyet itt-ott tarkítanak ugyan hegyek-völgyek, folyók, tengerek, erdők és megművelt földek, főként pedig városok és lakott területek, amelyeket *utak kötnek össze egymással*. Ezeket az utakat meg is lehet mérni, és valahogy föl lehet tüntetni a térképen: merre vonulnak, hol találkoznak, és milyen hosszú egy-egy szakaszuk. Hisz főként erre való a térkép. Egyszóval: *Agrippa* valószínűleg gondosan fölmérte a világtérképen ábrázolt területeknek legalább egy részét. Bizonyosra

vehetjük, hogy jól föl is használta az útleírásokat, útfelméréseket az ún. *itineráriumokat* – ebben a rómaiak különösen nagyok voltak. De arról, hogy a Föld egy hatalmas gömb, *Agrippa* vagy egyáltalán nem tudott, vagy ha tudott is, ezzel az ő térképe nemigen törődött. Nincs ilyesminek nyoma a *Tabula Peutingerianán* sem.

Sőt mi több: voltak filológusok, akik azt állították, hogy *Agrippa* térképe rendkívül eredeti volt még egy másik szempontból is: *déli irányítású volt*. A mi térképeink ti. abban is követik a klasszikus görög hagyományt, hogy *északi irányításúak*. Mert a mi tájékozódásunk égen és földön azzal kezdődik, hogy megkeressük az északi sarkcsillagot. Ezért lesz tőlünk jobbra kelet és balra nyugat – és ezt az irányítást visszük át térképeinkre még Dél-Amerikában vagy Ausztráliában is. – De nem így tájékozódott a római *augur*. Ő dél felé fordult, amerre a Napot kulminálni látta. Ilyen volt hát – legalábbis egyes történészek szerint – *Agrippa* térképe.

Ezek szerint *Agrippa* lemondott arról, hogy térképe tekintettel legyen a Föld gömb alakjára. Ő egyszerűen csak föl akarta mérni a „Föld kerek-ségét”. Persze, megmérték a Földet már őelőtte olyan görög tudósok is, mint *Eratoszthenész* vagy *Poszeidóniosz*. De ez a földmérés valami egészen más volt, más premisszákból indult ki, mint *Agrippaé*. *Eratoszthenész* a nyári napforduló déli árnyékát mérte két helyen, ilyen adatokat vetett egybe két városnak egymástól való távolságával, ebből akarta megállapítani egy földi meridián hosszát. *Poszeidóniosz* meg a Kanóposz csillag kulminációját mérte két városból az égen. Mind a ketten – *Eratoszthenész* is, meg *Poszeidóniosz* is – egy-egy jól átgondolt elméletből indultak ki, mielőtt mérni kezdtek. (Ők görögök voltak.) – *Agrippa* viszont nem sokat okoskodott, hanem összeírta a római birodalom jól karbantartott útjain a mérföldjelző kövek adatait, ezekből számította ki egyszerű összeadással a római birodalom konkrét nagyságát.

De más volt a kétfajta földmérésnek a *célja* is. A görög azért akarta megmérni a Földet, mert egyszerűen kíváncsi volt erre is ugyanúgy, mint a kozmosz végtelenül sok egyéb titkára. A római földmérésnek viszont valami nagyon is konkrét, gyakorlati célja volt. Mert gondoljuk csak meg:

Már *Julius Caesar* tervezett ilyesmit, mert rájött, hogy erre még nagy szüksége lehet. Még inkább tudta ezt *Augustus*, aki ezzel is birodalmát akarta megerősíteni. Mert az ő idejében a provinciákban is sok új utat nyitottak. Jól karban is kellett tartani ezeket. Csak így érhették el

pl. azt, hogy ha valamelyik helyen a légiók nem bizonyultak elég erősnek, gyorsan — alig pár nap alatt vagy pár hét alatt — újabb katonai egységeket tudtak odairányítani más vidékekről. Persze, ehhez előre kellett tudniok azt is, milyen hosszúak az egyes útszakaszok. Mennyi idő alatt jut el az egyik helyről a másikra nemcsak a katona, a futár, a követ, hanem a kiküldött állami tisztviselő is? Nemcsak a birodalom egészét áttekintő nagy térkép kellett ehhez, hanem alaposan föl kellett mérni topográfiailag a kisebb területi egységeket is. Közvetlen gyakorlati, úgyszólván napi szükségletet elégít ki az a konkrét, megoldandó tudományos feladat, amelyet *Agrippa* megbízásként kapott *Augustustól*. Ő pedig, mint a „római tudós” őstípusa, több mint 20 évi alapos, szorgalmas, megbízható munkával gyűjtötte az adatokat a készülő világtérképhez. Befejezni még így sem tudta a nagy művet; halála után másoknak kellett végső formába önteniök a munkát, amely ekkor feltehetően már nagyrészt készen volt.

A munka azonban, úgy látszik, elérte a célját. Nemcsak az őspéldányt állították ki a *Porticus Vipsaniában*, több másolat is készült róla, és ezeket állítólag ingyen osztották szét azok között a magas rangú római tisztviselők között, akiknek szükségük lehetett rá mindennapos munkájukban.

Lehet, hogy ennek az *Agrippa-térképnek* közvetett másolata — bár mindenestre később több ízben javított, azaz korszerűsített formában — a *Tabula Peutingeriana*. Említsük meg, hogy ez az utóbbi egy kb. 7 m hosszú és 30 cm széles pergamen tekercs, amely a római birodalom egész úthálózatát adja Britanniától Kínáig. Hiányzik ugyan belőle Britannia és Hispánia nagy része; ez ti. elveszett a tekercsből. — Ha mármost a *Tabula Peutingeriana* valamiképpen csakugyan „másolata” *Agrippa* eredeti vázlatának — legyen ez a szónak bármilyen tág értelmében is —, akkor *Agrippa* földrajzi műve aligha volt *térkép* abban az értelemben, ahogy ezt a fogalmat a korábbi görög tudomány, *Eratoszthenész*, *Hipparkhosz* vagy akár még *Sztrabón* nyomán is elképzeljük. Találóbbr volna erre az egyszerű és szerény itinerarium megjelölés.

*

Van azonban egy *másik* modern vélemény is *Agrippa* földrajzi művéről. Eddig csak azt a történeti felfogást ismertettük, amely erről a kérdésről a legutóbbi 100 év során kialakult, és amely szakemberek körében kétség-

telenül ma is általánosan ismert. Lehet, hogy erről a másik, most sorra kerülő véleményről nem is sokan tudnak a filológusok és történészek közül. Ez, persze, nem lényeges, ha azt kérdezzük: Melyik elgondolás a helytállóbb? Egy elmélet helyes vagy helytelen volta független attól, hányan teszik magukévá és hányan utasítják el.

Röviden: arról van szó, hogy egy 1935-ben publikált terjedelmesebb dolgozat* már címében is valami mást mond *Agrippáról*. A cím szerint ti. *Agrippa* világtérképe lett volna a tudományos összekötő kapocs *Hipparkhosz* és *Ptolemaiosz* munkái között. Sőt, ez a szerző (*P. Schnabel*) azt állítja, hogy ez a római térkép lett volna az első olyan ókori munka, amely már feltűntette a szélességi és hosszúsági fokokat. — Bizonyos, hogy ez az utóbbi állítás könnyen megcáfolható túlzás. De ez még nem zárja ki azt az *elvi lehetőséget*, hátha csakugyan felhasználta *Agrippa Hipparkhosz* korábbi eredményeit. — Ebben az esetben azonban a *Tabula Peutingeriana* nem lehet *Agrippa* művének másolata vagy folytatása.

9. Pomponius Mela

Ez alatt a név alatt maradt ránk a legrégibb kivonatos latin nyelvű földrajzi munka. A szerzőről csak azt tudjuk, hogy feltehetően Hispániában született, és valamikor az i. sz. 1. század közepe táján, tehát nem sokkal *Agrippa* után élt. De tulajdonképpen még ezt a két adatot is csak a ránk maradt munkából olvassuk ki; egyrészt ti. feltűnően részletesen foglalkozik ez a földrajzi kivonat Hispániával, amit azzal magyaráznak a történészek, hogy alighanem ez volt a szerző szülőföldje; másrészt pedig egy alkalommal úgy említi Britanniát, mint nemrégén meghódított területet; ez az utóbbi adat időmeghatározás lehet a mű megírására.

A munkát *Chorographia* vagy *De situ orbis* címen szokták idézni. Rendszeres, rövidre fogott, 3 könyvből álló földrajz ez, amelynek terjedelme modern kiadásban mindössze 80 lap. A szerző tisztában van azzal, hogy a tárgy, amit elő akar adni — legalábbis úgy, ahogy ő felfogja — *unalmas*. Különösen a rengeteg helynév felsorolása esik nehezére; a germán helynevekről egy alkalommal megjegyzi, hogy azok

* *P. Schnabel*, Die Weltkarte des Agrippa als wissenschaftliches Mittelglied zwischen Hipparchos und Ptolemaios. Philol. XC (1935) 405–440,

a latinul beszélő ember számára úgyis kimondhatatlanok. De ő mindent elkövet, hogy „érdekes” vagy legalább *olvasható* legyen.

Arról, hogy *Mela* önálló kutatásokat végzett volna, vagy akár csak arról, hogy munkája korszerű lenne — olyan földrajzi tájakat írna le, amelyek az ő idejében az érdeklődés középpontjában állottak —, egyszerűen szó sem lehet. Bizonyos pl., hogy éppen az 1. század közepe táján a rómaiakat nagyon kellett hogy érdekeljék: *Germánia*, az *alpesi provinciák*, a *Duna vidéke*, *Dácia* stb. Mindezt azonban *Pomponius Mela* szinte meg sem említi. Az ő 3 könyve egyszerűen csak régebbi földrajzi írások rövidre fogott kivonata. Semmi sincs benne, amit akár 300 évvel korábban, *Mela* kora előtt, ne lehetett volna ugyanígy elmondani.

A matematikai földrajz pl. egyáltalán nem érdekli ezt a szerzőt. Egyébként nem is valószínű, hogy túlságosan sokat értett volna belőle. De minthogy a műfaj megkövetelte, hogy erről is szó legyen, röviden megemlít az I. könyv elején ilyeneket: A Föld gömb a világegyetem közepén; már az is meglepő egyébként, hogy nem hallgatja el a görög tudománynak ezt a régi közhelyét. Beszél arról is, hogy a földgömbnek *zónái* (övei) vannak, összesen 5: közülük kettő az északi féltekén, egy hideg és egy mérsékelt; ugyanígy egy hideg és egy mérsékelt a déli féltekén: közöttük középen van a *forró égöv*. A lakott terület kétszer olyan hosszú, mint amilyen széles. — A föld gömb alakjával kapcsolatban azt várná az olvasó, hogy kitérjen a szerző a római számára oly nehezen elfogadható *antipodes*-problémára. Helyette azonban *Mela* más meglepetést tartogat számunkra. Ő ti. inkább az *antichtónt* és ennek lakóit említi meg — legalább futólag. Mint hamarosan kiderül, ő ezen a déli félgömb mérsékelt övét érti és az itt élő embereket. Ezek azonban — úgy gondolja — sohasem jöhetnek föl ide hozzánk, *mert örökre elválasztja őket tőlünk a forró égöv kibírhatatlan melege*. — Ennek megfelelően aztán, amikor *Mela* a későbbiekben a „lakott földről” beszél, mindig csak az északi féltekére gondol. — Ennyit tett magáévá a római földrajzíró a *matematikai földrajzból*.

Amellett megpróbálta *Mela* a régebbi, a földkerekség-elképzelést egyeztetni a matematikai földrajz tanításaival. Azt állítja pl., hogy a lakott földet — ami nála egyértelmű az északi féltekén a mérsékelt övvel — az Óceán veszi körül. Földrészt szerint három van: *Európa*, *Ázsia* és *Afrika*. Európa és Ázsia között a határ a Tanaisz (a Don folyó); Afrikát pedig a Nílus választja el Ázsiától.

A leíró földrajz ebben a „római koncepcióban” megint ugyanaz, ami a görögöknél egykor a 7. és 6. században volt: *körülhajózás* (*periplousz*). *Mela* az óriási körülhajózást Hispániában, Héraklész oszlopaitól (a Gibraltártól) kezdi. Innen veszi sorra Észak-Afrika partvidékét, Egyiptomot, Arábiát, Kisázsziát és a Fekete-tengert — ezt az utóbbit a Földközi-tengerhez számítja. A Fekete-tengernek is előbb a déli partvidékét írja le, hogy aztán északon kanyarodjon vissza, és újra a Földközi-tengeren keresztül megint Hispániához érkezzék. Amellett az egész körülhajózás valóban szinte csak közvetlenül a partvidék leírására szorítkozik. Abban a percben, ahogy a beljebb eső szárazföldi területekről szól ez a szerző, elképesztő tudatlanságnak adja tanújelét. A Dunáról pl. azt állítja, hogy két ágra szakad, és az egyik ág az Adriába ömlik. Germániáról azt hiszi, hogy ezt az Alpesek veszik körül stb., stb.

Élénkítik itt-ott a száraz leírást komolytalan, fantasztikus mesék a pigmeusokról, szárnyas kígyókról, a főnixről, az amazonokról, hyperboreusokról, a fejetlen Blemmyesz- és a kecskelábú Aigipán népről.

Végre a III. könyvben elhagyja *Mela* a Földközi-tengert, és az Atlanti-óceán partvidékét kezdi leírni. Érdeme ebben a részben az, hogy elsőnek ad a realitást jobban megközelítő képet az Ibériai-félsziget nyugati partvidékéről. Elég világos képe van Britanniáról és Írországról is. Thuléről ugyanazt mondja el, ami közhely az ókori irodalomban *Pytheasz* óta: nyári napfordulókör itt nincs éjszaka. De aztán hirtelen belezavarodik mondanivalójába, mert egyszerre csak azt állítja, hogy „télen itt nagyon rövidek az éjszakák”. Rendkívül zavaros, konfúzus az is, amit az Atlanti-óceán partvidékével kapcsolatban a dagályról és apályról mond.

Okvetlenül meg kell még említeni ezzel a földrajzi kompilációval kapcsolatban azt is: *Mela* több ízben hivatkozik munkájában *Hipparkhosz*ra. Ezért a modern kutatók közül többen arra gondoltak, hogy *Hipparkhosz* lett volna *Pomponius Melának* legalább egyik forrása. Sőt előfordult az is, hogy *Mela* egyik olyan téves földrajzi állítását — Ceylon (Taprobané) szigete egy új kontinens kezdete volna, méghozzá a „déli féltekén” —, amellyel kapcsolatban ő *Hipparkhosz* nevét említi, éppen ezen az alapon csakugyan *Hipparkhosz* rovására írták. — Erre csak annyit szögezzünk le: Nem valószínű, hogy *Pomponius Mela* csakugyan használni *tudta* volna *Hipparkhoszt*, mégha valóban volt is a kezében *Hipparkhosz* valamelyik munkája. Ahhoz ti. túlságosan nagy a nívókülönbség kettőjük között.

10. Geógraphia, khórographia, topographia

Az ókori földrajznak ez a három különböző fogalma tulajdonképpen mind a térképrajzolás problémájával kapcsolatban alakult ki és vált el egyre jobban egymástól. Természetesen készített térképet már az i. e. 6. században *Anaximandrosz*, és még inkább azok a korai utazók, akik – mint pl. *Hekataiosz* – körülhajózták a Földközi-tenger vagy a Fekete-tenger partvidékének kisebb-nagyobb részeit. Az antik hagyomány össze is kapcsolja a kétféle térképrajzolást, és úgy tünteti föl, hogy *Hekataiosz* éppen *Anaximandrosz* térképét dolgozta ki alaposabban.

Anaximandrosz térképéről annak alapján lehet némi elképzelésünk, hogy tudjuk *Anaximandroszról*: az ő esetében az asztronómia és a geográfia már alighanem *szerves egység volt*. Hiszen ő volt az első görög, akiről tudjuk, hogy a *geocentrizmust* tanította, és aki elkészítette az *éggömb* valamilyen modelljét. Azonkívül elmondja *Anaximandroszról* a hagyomány azt is, hogy ő a *gnómónnal* és *árnyékával* megmérte az évszakokat, különösen pedig a napéjgyenlőséget. Az a valaki pedig, aki a geocentrizmust tanítja, elkészíti az éggömb modelljét, méréseket végez a gnómónnal, és ugyanakkor térképet is rajzol – nyilván előfutára a *matematikai* vagy más néven *csillagászati földrajznak*. Hiszen éppen a felsorolt tevékenységekkel jellemezhetjük legjobban és legtömörebben a jóval későbbi *Hipparkhosz* matematikai-földrajzi munkásságát is.

Lehet, hogy *Hekataiosz* esetében is együtt járt a térképrajzolás a csillagos ég figyelembevételével. De függetlenül attól, hogy mennyiben tekinthető *Hekataiosz* *Anaximandrosz* követőjének, a korai görög utazók térképeit inkább olyan egyszerűbb vázlatoknak szoktuk elképzelni, amilyen a római *Agrippa* térképe lehetett. Mert ezek az utazók az olvasó számára írt beszámolóikat valóságos „körülvezetésnek” (*perihégészisz*) szánták. Körül akarták vezetni őket ott, ahol ők maguk jártak. Ezt viszont aligha lehetett pusztán szavakkal elérni. Csatolni kellett a beszámolóhoz valamilyen vázlatot is, amely megmutatja, hol, merre fekszenek azok a vidékek, amelyekről beszélnek.

Bizonyos, hogy térkép nélkül nincs igazi földrajz. Így fogta föl ennek a tudománynak a feladatát az ókori geográfia legnagyobb rendszerezője, az a jóval későbbi *Klaudiosz Ptolemaiosz* is, akiről más összefüggésben beszélünk már mint az antik asztronómia nagy összefoglalójáról. Az ő számára a *földrajz* még a szó eredeti értelmében a *Föld lerajzolása*

(*geó-graphia*) volt. De figyeljük meg azt is, hogyan különbözteti meg erre vonatkozó nagy műve elején (*Geographia* I 1 – 5) a három, egymással rokon fogalmat: a földrajzot (ez a geográfia), a tájleírást (*khórographia*) és a helyrajzot (*topographia*).

„A földrajz az ismert Föld egy részének ábrázolása térképen oly módon, hogy csak az általános vonásokat tüntetjük föl. A földrajz különbözik valamely vidéknek, tájnak a leírásától (*khórographia*), amennyiben ez az utóbbi csak egy-egy kiválasztott területet ír le, föltüntetve a kérdéses földdarabnak úgyszólván minden megemlíthető részletét, mint pl. a kikötőket, falvakat, kerületeket, fő- és mellékfolyókat stb. — A földrajz feladata viszont az, hogy az ismert világot mint összefüggő egészet ábrázolja; írja le a természetét és fekvését; de csak a nagyobb egységeket vegye bele az ilyen összefüggő ábrázolásba, mint amilyenek pl. az öblök, a nagy városok, országok (népek) vagy a fontosabb folyók, egyszóval minden típusból csak a legjelentősebb kerüljön bele az összefoglaló képbe.

A tájleírás célja egy-egy kisebb, de önmagában mégis zárt egésznek az ábrázolása. Olyan ez, mint amikor valaki pl. csak egy *fület* vagy csak egy *szemet* akar lerajzolni. A földrajznak viszont az a célja, hogy egy-egy nagyobb, összefüggő egységről adjon áttekinthető képet. Gondoljunk arra az esetre, amikor pl. valaki már egy egész *fejet* akar ábrázolni.”

Kiemeli a továbbiakban, hogy milyen lényeges — különösen a nagyobb egységeket bemutató földrajzban — a helyes arányoknak, valamint a *konfigurációknak* a valósághoz hű feltüntetése. (Az utóbbin azt érti, hogy a térképen minden egység az összes többihez viszonyítva a *helyes irányban* legyen elhelyezve.)

A tájleírás — e szerint a jellemzés szerint — közelebb áll az egyszerű helyrajzhoz, a *topográfiához*; arra törekszik, hogy a rajzon feltüntetett dolgok felismerhetők legyenek. A pontos arányok szem előtt tartása ebben a vonatkozásban kevésbé lényeges.

A földrajznak viszont az egész Földből és ennek a nagyságából kell kiindulnia — írja *Ptolemaiosz*. A térképnek olyannak kell lennie, hogy aki erre ránéz, meg tudja mondani ne csak az ábrázolt földdarab valóságos méreteit, hanem azt is, hogy a földgolyónak melyik részén, milyen ég alatt fekszik ez. A térkép alapján azonnal ki kell tudnunk számítani az adott helyen a leghosszabb napok és a leghosszabb éjszakák időtartamát. Meg kell tudnunk mondani, hogy milyen csillagok vannak a kérdéses helyen (adott időben) a horizont fölött, és a horizont alatt. Egyszóval:

a térkép alapján meg kell kapnunk minden lényeges információt a lakott Földnek ábrázolt darabjáról.

De mielőtt egy pillantást vetnénk a térképrajzolás történetére, mondjunk itt még egypár szót az antik földrajz rendszerbe foglalásáról.

11. A rendszeres földrajz

A filológia és általában az ókorral foglalkozó tudomány *Eratoszthenészt* tartja a földrajz tudományos megalapozójának – amint erről szó volt már korábban. De *Eratoszthenész* művéből csak töredékek maradtak ránk, mint ahogy nem sokat tudunk *Eratoszthenész* nagy ókori kritikusának, *Hipparkhosznak* a földrajzáról sem. A legismertebb ókori geográfus viszont az a *Sztrabón* lett, akinek műve főként mint *forrás*, azaz mint sok régebbi anyagnak, tudásnak a megőrzője becses számunkra. Csakugyan, *Sztrabón* nevéhez már a későbbi ókorban éppen úgy hozzátapadt állandó jelzőként a „geográfus” megjelölés, mint ahogy a matematikai irodalomban annak az *Euklidésznek*, aki összeállította az *Elemeket* (görögül: *Sztoikheia*), kitüntető neve *Sztoikheiótész* („az Elemek összeállítója”) lett.

És mégis, ha az ókori földrajzról mint *rendszeres tudományról* beszélünk, sokkal inkább a viszonylag késői *Ptolemaioszra* kell gondolnunk, és nem *Sztrabónra*. Pedig *Ptolemaiosz* igazában csak *útmutatást*, *bevezetést* írt a földrajzhoz – művét csak *geógraphiké hyphégésisz*-nek nevezte –, látszólag tehát jóval kevésbé volt igényes, mint *Sztrabón*. De *Ptolemaiosz* mégis világosabb, áttekinthetőbb képet ad nemcsak az ókori földrajz eredményeiről, hanem arról is, hogy hogyan dolgozott az antik geográfus.

Honnan szerzi a földrajzíró adatait arról a területről, amelyet leír? – kérdezi *Ptolemaiosz* mindjárt művének bevezető fejezeteiben. Természetesen azoknak az utazóknak a műveiből, akik jártak a kérdéses helyeken. Az utazók közül, persze, azok a szavahihetőbbek, akik teoretikusan is képzetek, azaz tudják, hogy milyen adatokat kell egyáltalán följegyezniök. A fontos adatok származhatnak *geometriai* vagy *csillagászati mérésekből*. Mind a kettőt figyelembe kell ugyan vennünk, de a kettő korántsem egyformán lényeges. Mert hiába mérjük meg pl., hogy két város ennyi meg ennyi stádiumra van egymástól, mert ilyen hosszú utat tettünk meg, amíg az egyikből a másikba jutottunk, hiszen a meg-

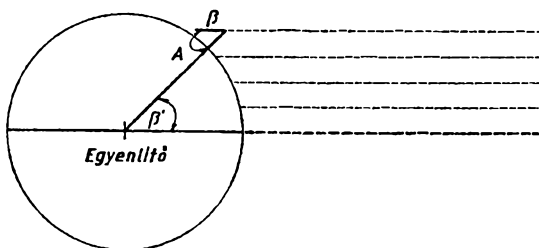
tett út legtöbbször nem egyenes vonal. Ahhoz, hogy meg tudjuk mondani a két város valóságos távolságát egymástól, le kellene számítanunk az úton megtett stádiumokból a kitérőket. Ha meg tengeri úton mérnénk meg két helynek egymástól való távolságát, nem szabad megfélekednünk arról, hogy a tengeren sem tudunk mindig egyenesen és egyenletes sebességgel haladni; hiszen nem mindig kapunk egyformán erős kedvező szelet. — De még ha pontosan meg is tudnánk mérni szárazon vagy vízen közvetlenül a távolságokat, ez még semmit sem mond arról, hogyan viszonylik a megmért távolság az egész Föld méreteihez.

Ezért *Ptolemaiosz* arra figyelmeztet bennünket, hogy bármennyire fontos is a közvetlen mérés — ezt nevezi ő az adott összefüggésben *geometriai mérésnek* —, ennek csak kivételes, szerencsés esetben van igazi jelentősége. (Bár éppen az ilyen esetekben a földrajz egésze szempontjából csakugyan nélkülözhetetlenek az ilyen mérések is.) A közvetlen mérést azonban meg kell előznie egy másfajta, összehasonlító, csillagászati mérésnek. Ennek a célja az, hogy megállapítsuk: hogyan viszonylik a megméréendő távolság a Föld egészéhez. Ehhez a csillagászati méréshez pedig olyan eszközök állnak a rendelkezésünkre, mint a *napóra* (a gnómón) és az *asztrolábium*. Az utóbbi olyan szögmérő, amelynek segítségével meg lehet mérni valamely csillagnak a magasságát a horizont felett. Láttuk már egy korábbi fejezetben, hogyan használható föl az ilyen szögmérés földi távolságok kiszámítására; hogyan mérte meg pl. *Poszeidóniosz* a Kanóposz csillag kulminációjára kapott szög segítségével egy földi meridián hosszát (lásd „A Föld megmérése” című fejezetet). Itt most még csak a napóra (a gnómón) segítségével végzett földi mérésekre kell egy példát bemutatnunk.

Ha pl. azt akarjuk megállapítani, hogy a mellékelt ábra szerint milyen messze van a Földnek valamely A pontja az Egyenlítőtől — azaz más szóval: ha meg akarjuk állapítani A pontnak a *földrajzi szélességét* fokokban —, a következőképpen járunk el. Napéjegyenlőségkor délben fölállítjuk A pontban függőlegesen árnyékmérő botunkat, a *gnómónt*. Ez a függőlegesen álló bot természetesen a Föld A pontba húzott sugarának a folytatása. A Nap sugarai viszont napéjegyenlőségkor délben az Egyenlítő síkjában érik a Földet. Ezért ilyenkor az Egyenlítőn függőlegesen álló botnak egyáltalán nincs árnyéka. Viszont A pontban az Egyenlítő átmérőjével párhuzamos déli napsugár egy bizonyos szöget zár be botunk csúcsával: β . Amint az ábra mutatja, ez a szög éppen akkora, mint az a másik, amelyiket a Föld felszínén az A ponttól az Egyenlítőig

húzott körív mér: β' . Elég tehát napéjegyenlőségkor délben megmérni valamely adott helyen a napóra árnyékát, és ebből mindjárt ki lehet számítani fokokban mint szöget az adott helynek az Egyenlítőtől való távolságát, azaz: a földrajzi szélességét.

Ezért tartja számon az antik földrajzi irodalom egy-egy hellyel kapcsolatban lehetőleg mindig a *gnómónnak és napéjegyenlőségi déli árnyékának az arányát*, mert ebből az arányszámból a szakemberek (a csilla-



gászok és a matematikusok) ki tudták számítani az adott helynek a földrajzi szélességét. Említettük már más összefüggésben (lásd „A gnómónvilágkép” című fejezetet), hogy *Vitruvius* is közöl néhány ilyen arányszámot (Róma, Athén, Tarentum stb. városokra) a napóra szerkesztésével kapcsolatban.

Ha viszont tudták már valamely helynek szögekben mért földrajzi szélességét, csak azt kellett még megállapítaniok, hány stádium felel meg pl. 1° -nak egy meridián mentén, és ebből már ki lehetett számítani a kérdéses hely távolságát az Egyenlítőtől tetszés szerinti hosszmértékben.

A gnómónnal végzett antik földrajziszélesség-meghatározások — ha összevetjük őket a megfelelő modern mérésekkel — egy-két esetben meglepően jó eredményre vezettek; általában viszont nem sokkal rosszabbak a maiaknál. Az eltérés legfeljebb 1° körül szokott járni.

Erre azért kell nyomatékosan föl hívnunk a figyelmet, mert ennél sokkal gyengébb eredményt értek el az antik geográfusok a földrajzi *hosszúság* mérése terén, jóllehet a követett módszer ebben a másik esetben is helyes volt.

Két helynek egymástól való távolságát kelet–nyugati irányban — vagyis más szóval: *két hely különbségét a földrajzi hosszúság szerint* — az antik asztronómia és geográfia a hold- és napfogyatkozások alapján mérte. Abból a megfontolásból indultak ki, hogy ugyanazt a jelenséget a

két helyen — amelyek egymástól való távolságát tudni akarták — egyszerre látják. A két helyen azonban *nem azonos* a „helyi idő”. A keletebbre eső helyen hamarabb látható a Nap, és hamarabb van dél, mint a nyugatabbra esőn. Minthogy pedig a Nap az égi pálya teljes körét — mind a 360° -ot — 24 óra alatt teszi meg, 1° alatt a 360° -nak 24-ed részét, azaz 15° -ot kell megtennie. Ha viszont a két hely közül a nyugatabbra esőn ugyanazt a jelenséget a helyi idő szerint 1° órával később látják, ez azt jelenti, hogy a kérdéses hely 15° -kal nyugatabbra fekszik, mint a másik. — Ezeknek a fokoknak stádiumokra való átszámítása aztán úgy történik, hogy előbb megállapítják: hányad része az Egyenlítőnek az a szélességi kör, amelyiken a két hely fekszik; ugyanabban az arányban kell ti. venni az Egyenlítő-fokoknak megfelelő stádiumokat, hogy megkapjuk a szóban forgó „szélességi-kör-fokoknak” megfelelő stádiumokat.

Az elgondolás csakugyan hibátlan. De nézzük meg azt is, hogyan vált be a gyakorlatban ez a számítás. I. e. 331-ben szeptember 20-án volt egy holdfogyatkozás, amelyet egyszerre figyeltek meg *Karthágóban* és ettől jóval keletebbre, az asszíriai *Arbelában* (Gaugamelától még kb. 60 km-rel keletebbre). Arbelában a jelenséget — mint *Ptolemaiosz* írja (*Geogr.* I 4) — naplemente után *5 órával*, Karthágóban pedig csak *2 órával* naplemente után látták. A helyi idő különbsége tehát Arbela és Karthágó között *3 óra*, ami a Nap járásában — illetőleg az Ég látszólagos elfordulásában 45° -nak felel meg ($3 \times 15^\circ$). Ez azt jelenti, hogy antik megfigyelés szerint a két hely különbsége a földrajzi hosszúság szerint 45° . Modern mérés szerint ugyanez a különbség *kevesebb, mint 34°* . Az ókoriak tehát több mint 11° -ot tévedtek. — Ahhoz ugyanis, hogy a jól elgondolt módszert a gyakorlatban is eredményesen tudják alkalmazni, sokkal pontosabb, megbízhatóbb órák kellettek volna, mint amilyeneket az ókoriak egyáltalán ismertek. Ezért van az, hogy a kelet–nyugati távolságokra vonatkozó antik mérések jóval kevésbé tudják megközelíteni a valóságot, mint az északi–déli irányú távolságok kiszámításai. — Lehet, hogy erre — ti. az antik órák pontatlanságára — kell visszavezetnünk *Arisztotelész*nek egy híres tévedését is. Ő ti. úgy gondolta (*De caelo* 298a), hogy Héraklész oszlopaitól (Gibraltártól) nyugat felé „nem lehet már túlságosan messze India sem”. (Valószínű, hogy éppen ez a téves sejtés bátorította föl *Kolumbuszt* merész vállalkozására, hogy ti. nyugat felé keresse az Indiába vezető utat.)

Kiegészítésül említsük meg itt az Arbela – Karthágó közötti kelet – nyugati távolság antik mérésével kapcsolatban mint érdekességet az alábbiakat:

1. Utalást találunk erre a mérésre több antik forrásban, bár a konkrét adatok helyenként ellentmondóak. *Plinius* pl. (*Nat. hist.* II 180) ebben az értelemben említi ugyanezt: „Arbelában Nagy Sándor győzelme napján holdfogyatkozás volt az éjszaka második órájában; Szicíliában ugyanezt a holdfogyatkozást a felkelő Holdon észlelték.”

2. A kérdéses holdfogyatkozás alighanem 11 nappal korábban volt, mint Nagy Sándor említett győzelme.

*

Egyébként az összehasonlító tudománytörténet szempontjából *Ptolemaiosz* földrajzi munkájának egyik legnagyobb érdeme az a kb. 8000 földrajzi szélesség és hosszúság szerint adott helymeghatározás, amelyet táblázatai foglalnak össze. Nyilvánvaló, hogy ezeknek túlnyomó többsége nem *Ptolemaiosztól*, hanem régebbi szerzőktől származik. A ránk maradt kéziratokban a szöveget kísérő táblák szintén nem *Ptolemaiosztól* származnak; ezeket az utóbbiakat az egyik kora középkori kommentátor (*Agathodaimón*) állíthatta össze.

12. A kartográfia

Arisztotelész Meteorologia című munkájában találjuk (II 5,362a32-b30) a görög térképrajzolás egyik legrégibb irodalmi dokumentumát – egy olyan fejtegetésbe ágyazva, amelyet különben is érdemes lesz megismernünk.

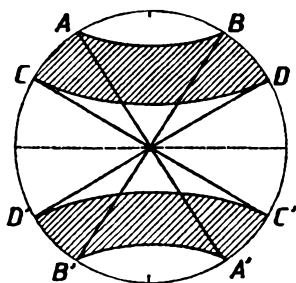
Arról beszél ugyanis *Arisztotelész* ezen a helyen, hogy a Földnek két lakhatatlan része van: az egyik fönn az északi, a másik lenn a déli pólus körül. Kissé elnagyolt, de félreérthetetlen magyarázatát így foglalhatjuk össze.

Legyen a mellékelt ábrán a kör a földgömb vázlatos képe. A szaggatott vízszintes vonal az Egyenlítő átmérője. Ha ezek után meghúzzuk a körnek azt a négy átmérőjét, amelynek felső végét az *A* és *B*, illetőleg a *C* és *D* betűkkel jelöltem, összesen négy olyan kúpnak vázlatos képét ismerjük

föl a rajzon, amelyeknek csúcsai mind a gömb középpontjában találkoznak.

Annak a kúpnak az alapja, amelyikhez a rajzon az *A* és *B* betűk tartoznak, megfelelhet az *északi arktikus* körnek, illetőleg ennek átellenes képe alul a rajzon a *Déli-sarkkörnek*. A másik két kúpnak az alapja — a *C* és *D* betűkkel jelölt — viszont, illetőleg lent az ezeknek megfelelő *C'* és *D'* a két *téritőkört* látszik kívágni a gömb felületéből; vagyis a felső kör (*C*, *D*) a *nyári napforduló*, az átellenes alsó pedig (*C'* és *D'*) a *téli napforduló* szimbolikus képe.

A vázlaton tehát a két gömbsüveg — *AB* és *A'B'* — szemlélteti az arktikus, illetőleg az antarktikus zónát. Középen a legszélesebb öv pedig — fönt *CD* és lent *C'D'* között, az Egyenlítő két oldalán — a *forró égöv*. Csak a két árnyalt zóna az északi és a déli féltekén, azaz a két



mérsékelt égöv alkalmas emberi letelepülésre. *Arisztotelész* nyomatékosan hangsúlyozza, hogy sem a két sarki öv a nagy hideg miatt, sem pedig a forró égöv a trópusok között a nagy meleg miatt *nem lakható*. — Tud tehát arról, hogy elvben lennie kell egy mérsékelt övnek a déli féltekén is. De amikor „lakott Földről”, *oikoumenéről* beszél *Arisztotelész*, akkor hallgatólagosan mégis *csak* az északi félteke mérsékelt övére gondol, a déli félgömb mérsékelt övét figyelmen kívül hagyja.

Érdemes azonban pontosabban is idézni azokat a szavakat, amelyeket ezzel kapcsolatban az *oikoumené* földrajzi ábrázolásáról mond. Azt írja ugyanis:

„Ebből látható, mennyire nevetséges az, ahogy a geográfia manapság a Földet ábrázolni szokta. Mert *kereknek* mutatják be az *oikoumenét*, holott mind a tapasztalat, mind általános szempontok arra vallanak, hogy ez nem lehetséges. Ha gondolkozunk rajta, belátjuk, hogy a lakott

Föld szélességében korlátozott.” — Világos, hogy *Arisztotelész*, amikor ezt írta, csak az északi félgömb mérsékelt övére gondolt — az arktikus kör és a nyári napforduló köre között. Erre utalnak a következő szavak is: „Ha körbejárjuk ezt az övet, hosszában sehol nem találunk sem túlságosan nagy melegre, sem túl nagy hidegre, csak ha széltében lépjük át határait. Nincs is annak semmi akadálya, hogy megkerüljük a Földet e zóna mentén — legfeljebb a tenger teheti ezt az utunkat lehetetlenné. Hosszában ez a zóna sokkal nagyobb, mint szélességében.”

A mérsékelt övnek azt a részét, amely „lakott Föld”, *Arisztotelész* hosszúságában Heraklész oszlopaitól vagy Gibraltártól Indiáig, szélességében pedig Aethiópiától a Maeótiszig vagy a „legészakibb szkytháig” számítja. Erre a hosszúság-szélesség arányra kissé bizonytalanul ugyan, de nagyjából 5 : 3-t ajánlja. — Végül pedig még egyszer leszögezi, hogy a Föld körüljárásának az északi féltekén (a mérsékelt öv mentén) kelet felé Indián vagy nyugat felé Héraklész oszlopain túl *csak* a tenger lehet az akadálya.

*

Tanulságos a gondolatmenet, amelyet a fentiekben *Arisztotelész* nyomán összefoglaltunk, történeti szempontból többek között azért, mert kiderül belőle, hogy még *Arisztotelész* korában is (i. e. 384–322) voltak olyan geográfusok, akik a lakott Földet „kereknek” ábrázolták. Ezek, úgy látszik, ragaszkodtak ahhoz a régen túlhaladott elképzeléshez, hogy a Föld egy lapos korong. *Arisztotelész* ezzel szemben hangsúlyozza nemcsak a Föld gömb alakját, hanem kiemeli azt is, hogy a lakott rész, az *oikoumené* egy inkább hosszú, mint széles zóna a nyári napforduló és az arktikus kör között. Ezt a zónát kellene tehát valamiképpen a térképen ábrázolni.

Ezek szerint a térképi ábrázolás problémája már a 4. században élesen kellett hogy foglalkoztassa a görög geográfusokat. Sőt, ha összevetjük *Arisztotelész*nek ezt a gondolatmenetét a nála félezer évvel későbbi *Ptolemaiosz* fejtegetéseivel, kiderül, hogy a térképrajzolásnak ugyanazok az elvei, amelyeket részletesen csak *Ptolemaiosz* fejteget, megvoltak már *Arisztotelész* korában is. Foglaljuk itt össze, mielőtt a ptolemaioszi térképről beszélénk, azokat a kétségtelenül régebbi elveket, amelyekre *Arisztotelész* szövegéből mindenestre következtethetünk.

Mindenekelőtt hangsúlyoznunk kell, hogy a Föld gömb alakjáról szóló tanításhoz szervesen hozzátartozik az is: *a Földre is érvényesek*

mindazok a körök, amelyekről eredetileg úgy gondolták, hogy az égen ismerik föl őket. Ez más szóval azt jelenti: úgy látjuk, hogy június 21-én jut a Nap legészakabbra az égbolton. Ennek a dátumnak 24 órája alatt a Nap látszólagos útja az Égen a *nyári napforduló köre*. De megvan ennek az égre képzelt körnek a *földi vetülete is*. A Föld gömbjén a nyári napforduló köre nagyjából Felső-Egyiptomban Szyénén (Asszuánon) megy át. Ezt a kört mutatja vázlatosan a legutóbbi, az *Arisztotelész* szavaihoz csatolt ábrán a $\widehat{CD}$ körív.

Arisztotelész tehát tudja, hogy a geográfia minden további nélkül átviszi a Földre is az olyan *égi köröket*, mint a két „tropikus kör”, az „arktikus” és „antarktikus kör”, valamint az Egyenlítő. Ezek az ún. *párhuzamos* (ti. az Egyenlítővel párhuzamos) vagy *szélességi körök*. A szöveg ugyan az Egyenlítőt *nem* említi, de értelem szerint ezzel kiegészíthetjük az elmondottakat. Ezeken a legfontosabb szélességi körökön kívül a többiről *Arisztotelész* nem beszél.

Nincs szó *Arisztotelész*nél a sarkokon átmenő *hosszúsági körökről* sem. Az utóbbiakat az ókori szövegek általában *meridiánköröknek* (*meszémbrinosz kyklosz*) nevezik. Mert akkor van a Föld minden egyes pontján *dél* (latinul: *meridies*), amikor a Nap áthalad azon az elképzelt és a két sarkon átmenő *égi körön*, amely megfelel a kérdéses földi ponton átmenő *észak–déli* vonalnak. A legutóbbi ábrából akkor lesz tehát csakugyan a földgolyónak vázlatos képe, ha kiegészítjük a rajta feltüntetett szélességi köröket (az $\widehat{AB}$, $\widehat{CD}$, illetőleg $\widehat{D'C'}$ és $\widehat{B'A'}$ íveket) a sarkokon átmenő *hosszúsági félkörökkel*.

Úgy látszik, a görög geográfusok abban az időben, amikor tudták már, hogy a Föld gömb alakú, kezdetben nem is térképeket rajzoltak, hanem inkább *földgömböket* készítettek; ilyen gömbökön tüntették föl azokat a földrajzi objektumokat, amelyekről beszélni akartak. Bemutattunk már korábban egy Sztrabón-szöveget, amely arról szól: mekkora legyen az a gömb, amelyiken az *oikoumenét* ábrázoljuk. Ad ilyen tanácsot *Ptolemaiosz* is. Az egyik hely (*Geogr.* I 22) pl. azt mondja: a választandó gömb nagysága attól függ, mennyire akarjuk részletesen ábrázolni a valóságot. Mindenesetre készítsünk egy olyan 180°-ra beosztott félkört, egy „meridiánt”, amelyet a gömb két pólusához erősítve szabadon forgathatunk a gömb körül. A szöveg még azt is hozzáteszi: ne legyen ez a gömb körül forgatható „meridián” túl széles, nehogy ezáltal túl sokat eltakarjon a gömb felületéből. Az egész földgömböt két egyenlő részre osztjuk középen az Egyenlítővel; ezt az utóbbit, az Egyenlítőt ugyanúgy 180°-ra

osztjuk be, mint a gömb két sarkához, a pólusokhoz erősített „meridiánt” stb., stb.

De hogyan vigyük át *sík lapra* azt a földrajzi ábrázolást, amelyet mégiscsak könnyebb közvetlenül gömbfelületre alkalmazni? Hogyan alakítsuk át a gömbfelületet *térképpé*? — *Ptolemaiosz* erre nagyjából a következő tanácsot adja (*Geogr.* I 21):

A meridiánokat olyan *egyenes vonalakkal* ábrázolhatjuk, amelyek egy közös centrumból indulnak ki; hiszen a meridiánkörök csakugyan mind átmennek az északi póluson, és ha rátekintünk egy előttünk álló földgömbre, a hozzánk legközelebb eső meridiánt valóban csaknem egyenesnek látjuk. — A földgömb „párhuzamos köreit” viszont olyan *ívekkel* ábrázoljuk, amelyeknek középpontja ugyanaz a pont, amelyből a „meridiánegyenesek” kiindulnak. (Ez az északi pólus.)

Persze, képtelenség megtartani a szférikus arányokat *minden* „párhuzamos kör” esetében, ha ezeket a síkra visszük át. Elég, ha ezt a törekvésünket *két kör* (illetőleg: két ív) esetében érvényesítjük, ti. fönt északon a Thulén átmenő „párhuzamos kör”, és lent délen az Egyenlítő esetében. Az Egyenlítő azért jön itt számításba, mert mint legnagyobb szélességi kör, ez a kiindulópontja — mind észak, mind dél felé — a párhuzamos körök számozásának. Thulé szigetét viszont *Ptolemaiosz* a 63° szélességi körre teszi, és ez a legészakibb határ, ameddig elgondolása szerint a lakott Föld, az *oikoumené* tart. — Különösen fontos e kettő között az antik geográfus számára a Rhodoszon átmenő, a 36° szélességi kör. Itt működött egykor *Hipparkhosz*, és ettől fogva az egész ókoron át az asztronómusok és geográfusok mindig a Rhodoszon végzett számításokból indultak ki. Korán megállapodtak a kartográfusok abban is, hogy a Rhodoszon átmenő szélességi kör nagyjából *négyötöde* az Egyenlítő hosszának. A sarkon átmenő hosszúsági köröket (a meridiánokat) pedig vagy az Egyenlítőn, vagy éppen ezen, a Rhodoszon átmenő szélességi (párhuzamos) körön számolták; ennek megfelelően a szélességi körök számozása meg a Rhodoszon átmenő meridiánon történt. A rhodoszi szélességi kör egyébként *Ptolemaiosz*nál az Egyenlítőtől számított tizenegyedik (11.) párhuzamos.

Mind a meridiánok, mind a szélességi körök beosztása a földgömbön az *időszámításhoz* igazodott, a következőképpen. Minthogy az egyik napkeltétől a következő napkeltéig tartó időt összesen 24 órára osztották, megállapították, hogy az Egyenlítőn — ahol mindig egyenlő a nappalok és éjszakák időtartama — a Nap pontosan 12 óráig látható a

horizont fölött, és ugyanannyi ideig van a horizont alatt. Ily módon legegyszerűbb lenne, ha a nappal 12 órájának 12 olyan meridián felelne meg, amely az Egyenlítőt derékszögben metszi — minthogy *Ptolemaiosz* számítása szerint a lakott Föld hosszúsága a földgömbön kelet—nyugati irányban — följebb ugyan, mint az Egyenlítő, de éppen egy félkör, azaz 180° . (Eszerint az elgondolás szerint napéjgyenlőségkor éppen 12 óra alatt járja be a Nap a lakott föld felett az égboltot.) De ha csak 12 meridiánt veszünk föl a félgömbön, akkor a meridiánok egymástól $15-15^\circ$ -ra lesznek, minthogy $12 \times 15^\circ = 180^\circ$. Így azonban még túlságosan távol lennének egymástól a meridiánok. Ezért *Ptolemaiosz* az általa javasolt térképen a meridiánokat egymástól $5-5^\circ$ -ra helyezi el; két meridián egymástól való távolsága tehát nem egy egész óra *csak 20 napéjgyenlőségi perc*.

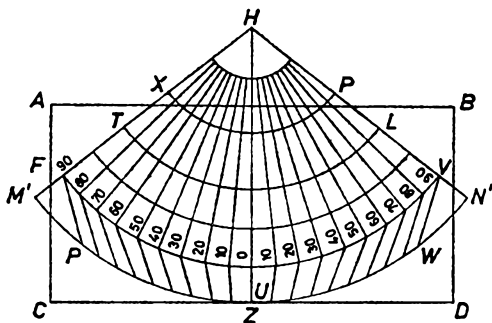
Ugyanígy az időszámításhoz igazodik *Ptolemaiosz*nál a szélességi körök beosztása is. Az első párhuzamos kört az Egyenlítővel ott húzza meg, ahol az év leghosszabb napja egy negyedórával hosszabb, mint pontosan 12 óra. Majd a további szélességi körök úgy következnek egymásra, ahogy észak felé haladva egy-egy negyedórával növekszik június 21-én a nappal időtartama. Így lesz *Ptolemaiosz*nál a 15° szélességi kör az, amelyiken az év leghosszabb napja már 16 óra; számítása szerint ez az Egyenlítőtől $48^\circ 30'$ -re van, és nagyjából a Boryszthenész (Dnyeper) nevével jellemezhető. — Álljunk meg itt egy pillanatra, mert ez az adat lehetővé teszi számunkra a következő hozzávetőleges ellenőrzést.

Bármilyen ma használt térkép meggyőzhet bennünket arról, hogy a $48^\circ 30'$ -es szélességi kör kb. Magyarország legészakibb pontján megy át, még valamivel északabbra, mint Sátoraljaújhely. Igaz-e, hogy erre a területre a 16 órás leghosszabb nap jellemző? — Egy 1981-es zsebnaptár szerint Magyarország területén június 21-én a nappal időtartama (átlagosan!) $15^h 58'$ volt. — Úgy látszik tehát, *Ptolemaiosz* földrajzi számításai eléggé megbízhatóak.

A továbbiakban *Ptolemaiosz* még összesen 6 párhuzamos kört vesz föl észak felé, a Thulén átmenő 21. körig bezárólag. De miközben áttér a 15-ről a 16. körre, a leghosszabb nap időtartama már nem egy negyedórával, hanem *félórával* növekszik, sőt a 19., 20. és 21. párhuzamos kör között ugyanezen nap időtartamának a növekedése már *egy egész óra*. — Még több, összesen 39 párhuzamos kört sorol föl *Ptolemaiosz* másik művében, a csillagászatról szóló *Almagest*-ben. De a földrajz szempontjából a 21-től még északabbra eső köröknek nincs már jelentőségük.

Végül pedig vessünk egy pillantást a mellékelt ábrára, amely megmutatja: hogyan akarná kiteríteni *Ptolemaiosz* a síkra azt az északi félgömböt, amelyen a lakott földet, az *oikoumenét* ábrázolná.

A térkép maga az *ACDB* téglalap lenne, amelynek szélessége (*AB*) kb. duplája az *AC* magasságnak. Az egész lapot felező függőleges vonal (*EZ*) egyszersmind a középső meridián; ennek az egyenesnek a folytatása fönt az *EH* szakasz, amely már nem kerül a térképre. De fontos ez a szakasz azért, mert ennek *H* pontja az északi pólus, és innen indul ki



mind a 18 meridián, 9–9 a középső *EZ* meridiántól jobbra és balra. Ugyancsak *H* a középpontja a három legfontosabb párhuzamos kört ábrázoló ívnek is: $\widehat{XOP}$ ív ábrázolja a legészakibb, a Thulén átmenő szélességi kört; $\widehat{TKL}$ a Rhodoszon átmenő párhuzamos, *RSV* pedig az Egyenlítő szimbolikus képe; az Egyenlítő ($\widehat{RSV}$) fölött és alatt egy-egy ív a két térítőkör.

Meglepő viszont, hogy az a 26 speciális térkép, amely *Ptolemaiosz*nál a lakott föld egy-egy részletét mutatja be, *nem használja* sem ezt, sem azt a másik, ennél még pontosabb projekciót, amelyet a szöveg maga ugyancsak szemléletesen ismertet. Mintha az ókori gyakorlat beérte volna egy ennél jóval kezdetlegesebb ábrázolással, amely szerint ti. a meridiánok mint párhuzamos egyenesek derékszögben metszik az ugyancsak párhuzamos szélességi köröket.

13. Az oikoumené

„A régiek az általunk lakott Földet három részre osztották” — kb. így kezdi *Ptolemaiosz* az *oikoumené* leírását, már ezekkel a szavakkal is előre jelezve, hogy beszámolója túlnyomórészt *nem* önálló kutatásokra épül, csak annak adja kritikus összefoglalását, amit készen talált az irodalomban. Amiképpen az asztronómiában készségesen elismeri elődeinek úttörő érdemeit — önmagának mint szerény bíráló csak itt-ott a kisebb korrekciókat tartja fenn —, ugyanúgy jár el a földrajzban is. Fő erőssége ezen a téren különben sem a leírás, hanem a csillagászati, a matematikai módszer.

Ha mégis idézzük itt néhány megállapítását az *oikoumenéről*, akkor ezt csak azért tesszük, mert úgy látszik, éppen ő, *Ptolemaiosz* képviseli az antik földrajztudomány végső, legérettebb szintézisét. Egyben pedig világos képet ad arról is, mit *nem tudott* az antik leíró földrajz tisztázni, és mit tudott *rosszul*.

Az *oikoumené* határa keleten ismeretlen föld — írja —, amely Kelet-Ázsia népeivel, Kína lakóival érintkezik. Délen ugyanígy ismeretlen földek veszik körül, amelyeket az Indiai-óceán és Afrika déli részei határolnak. Nyugaton, túl a Brit-szigeteken és Kaledónián, szintén az Óceán és a Szarmata-tenger a határ.

Konkrétabb ennél az, amit a „mi tengerünkről”, a Földközi-tengerről mond. Részei ennek az olyan kis tengerek is, mint az Adriai, az Égei, a Propontisz (a Márvány-tenger), a Fekete-tenger és a Maeótisz (az Azovi-tenger). A Földközi-tenger az Óceánnal Héraklész oszlopainál a csatornán (Gibraltár) keresztül érintkezik. *A Kaszpi-tenger azonban körös-körül zárt tó.**

Hasonlóképpen nyúlványai az Indiai-óceánnak az Arab-**, a Perzsa- és a Gangeszi-öböl.

A három kontinens közül Ázsiát Afrikával (Libyával) az Arab-földszoros köti össze (ez választja el egyébként a Földközi-tengert az Arab-öböltől), és egyben „az az ismeretlen föld, amely körülveszi az Indiai-óceánt” (?). Ázsiát viszont összeköti Európával a „földszoros a Maeótisz (az Azovi-tenger) és a Szarmata-óceán között, ott ahol beleömlik a Tanaisz” (?). Afrikát (Libyát) Európától csak a tengerszoros választja

* Ezt ti. korábban nem tudták.

** „Arab-öböl” a Vörös-tenger ókori neve.

el (ti. Gibraltárnál), mert a kettő (Európa és Afrika) nem áll összeköttetésben egymással, csak Ázsián keresztül.

A három kontinens közül legnagyobb Ázsia, a második Afrika, a harmadik Európa. A tengerek közül, amelyeket teljes egészében szárazföld vesz körül, legnagyobb az Indiai-óceán (?), a második legnagyobb a Földközi-tenger, a harmadik meg a Kaszpi-tenger. A fontosabb öblök nagyság szerinti sorrendben: a Gangeszi-, a Perzsa-, a Nagy-öböl, az Arab-öböl (a Vörös-tenger), az Aethiopiai-, a Fekete-tenger, az Égei-, a nyolcadik az Azovi-tenger, a kilencedik az Adriai-, a tizedik pedig a Propontisz (a Márvány)-tenger.

A fontosabb szigetek és félszigetek közül a legnagyobb Taprobané (Ceylon), a második Albion a Brit-szigetek közül, a harmadik az Arany Kherszonészosz (a Maláj-félsziget), a negyedik Hibernia (Írország) a Brit-szigetek közül, az ötödik a Peloponnészosz, a hatodik Szicília, a hetedik Szárdinia, a nyolcadik Kyrnosz (Korzika), a kilencedik Kréta, és a tizedik Ciprus.

Ha a Föld egyik legnagyobb körét 360° -ra osztjuk be, akkor az ismert föld déli határát az a párhuzamos szélességi kör jelzi, amely az Egyenlítőtől délre $16^\circ 25'$ -re esik; az Egyenlítőtől északra ugyanilyen távolságra az a párhuzamos kör van, amely Meroén megy át. Az ismert föld északi határát viszont a 63° párhuzamos kör jelzi északra az Egyenlítőtől, Thulé szigetén keresztül. Ily módon az *oikoumené* szélessége $79^\circ 25'$, megközelítően 80° , kb. 40 000 stádium. 1° -ot 500 stádiumnak vehetünk az újabb, pontosabb mérések szerint.* Az egész földgolyó kerülete 180 000 stádium.

Az ismert föld keleti határát az a meridián jelölheti, amely Kína (Sinai) fővárosán megy keresztül $119^\circ 30'$ -re keletre Alexandriától; ha az Egyenlítőn mérjük ezt a távolságot, ez kb. 8 napéjegyenlőségi óra. A nyugati határ viszont az a meridián, amely a Boldogok szigetén megy át, $60^\circ 30'$ -re vagy 4 napéjegyenlőségi órára az alexandriai meridiántól. A legkeletibb és legnyugatibb meridián távolsága egymástól egy félkör, azaz 180° .

Ily módon az ismert föld hosszúsága (kelet–nyugati irányban) az Egyenlítőn mérve 90 000 stádium; a legdélibb párhuzamoson (vagy más néven: szélességi körön) mérve, délre az Egyenlítőtől kb. $86\,330\frac{1}{3}$,

* Sztrabón szövegéből tudjuk, hogy *Hipparkhosz* 1° -ot az Egyenlítő vagy az egyik meridián mentén még 700 stádiumnak vett.

a legészakibb párhuzamoson mérve pedig 40 000 stádium. Ha viszont a Rhodoszon átmenő párhuzamoson, az Egyenlítőtől északra 36°-ra mérjük ezt a hosszúságot, akkor ez kb. 72 000 stádium. (Ezt az utóbbit azért emeli ki *Ptolemaiosz*, mert általában a Rhodoszon átmenő párhuzamoson szokták mérni a távolságokat.) A Szyénén átmenő párhuzamoson — amely az Egyenlítőtől 23° 50'-re van, és amely az ismert földet nagyjából éppen két, egy északi és egy déli félre osztja, a hosszúság kelet — nyugati irányban 86 336 stádium.

A leghosszabb nap és a leghosszabb éjszaka időtartama a fentebb említett legdélibb szélességi körön (délre az Egyenlítőtől) 13 napéj-egyenlőségi óra, éppen úgy, mint északra az Egyenlítőtől, a Meroén átmenő párhuzamoson. Az Egyenlítőn, persze, minden nappal időtartama 12 óra; a szyénéi párhuzamoson 13 1/2 óra, a rhodoszin 14 1/2, a thuléin pedig 20 óra. *A különbség a leghosszabb nap időtartamában az ismert földnek két, egymástól legtávolabb eső párhuzamosán tehát összesen 9 napéjegyenlőségi óra.* [Ez az utóbbi, kissé különösen megfogalmazott állítás a következőképpen értendő: nyári napfordulókor, amikor leghosszabb a nappal időtartama, Thulén ez a nap 20 óra — amint ezt szövegünk épp az imént állította. De ugyanezen a napon, június 21-én van a déli féltekén, amelynek egyik párhuzamos köréről a bekezdés elején szó volt, az év *legrövidebb napja: 11 óra.* A két időtartam között a különbség csakugyan 9 óra.]

14. Ptolemaiosz után

A földrajz, és különösen a matematikai földrajz az ókornak *Ptolemaiosz* utáni évszázadaiban nem fejlődött tovább. Egy darabig kimutatható ugyan még az érdeklődés az iránt a tudomány iránt, amelyet a hellenizmus nagy korszaka megteremtett, pl. *Macrobius*nál, *Martianus Capellá*-nál, sőt még az egyházatyák egy részénél is. Nagy egészében azonban legfeltűnőbb és leggyorsabb a hanyatlás talán éppen ebben a többek számára hozzáférhető *tudományban*: tagadják mind a Föld gömb alakját, mind pedig az „ellenlábások” létezésének a lehetőségét. Az i. sz. 6. század földrajzát már nem *Ptolemaiosz*, hanem *Kozmasz Indikopleusztész* nevével kell jellemeznünk.

Bevezetés

Mai meghatározás szerint a *fizika* az a tudomány, amely az élettelen anyag alapvető tulajdonságaival, szerkezetével foglalkozik; tárgyalja a mozgás, az alak-, a térfogat- és a halmazállapot-változás törvényszerűségeit.

Csak kevesen gondolnak manapság arra, hogy ennek a tudománynak a neve, a *fizika* megjelölés régi görög szó: *physzika*. Görögül ugyanis a *phyō*, „teremteni, létrehozni” igéből képzett főnév, *physzisz* „természetet” jelent. (Nagyon hasonlít ehhez a szópárhoz — *physzisz-phyō* — a latin *natura*, ami ugyancsak „természetet” jelent, a *nascor*, „születni, létrejönni” igéből.) A *physzisz* főnévből képzett *physzika* a „természeti dolgok” vagy az ilyenekkel való *foglalkozás* megjelölése.

De jöllehet a név maga régi görög eredetű, az ókoriak *nem használták* a mai értelemben vett *fizika* elnevezést. Mert bár sok görög bölcselel és nagyon régen írt már több olyan értekezést, ami mind a *természetről* szólt, és aminek a görög címe éppen ezért „*peri physzeosz*”, ezek nem voltak *fizikák* abban az értelemben, ahogy ezt a terminust mi értjük. Többek között azért sem, mert *physzisz* a görög számára — éppen úgy, mint *natura* a latinul beszélő ókori számára — mindenekelőtt az *élő természet*. Elsősorban az *élő természetre* gondol az, aki a *physziszról* ír, bár az élettelen sem zárja ki mereven érdeklődési köréből. — Valamivel ritkább értekezéscím az ókorban a *physzisz*nél a *physzika* tárgymegjelölés. De még ott is, ahol ez az utóbbi név bukkan föl, többnyire mást jelent ez, nem azt, amire a modern elnevezés alapján gondolnánk. *Arisztotelész Fizikája* pl. — bár túlnyomórészt a mozgásról szól — mégis, mint *Hegel* mondta, sokkal inkább a „*fizika metafizikája*”, és nem mai értelemben vett *fizika*.

Mégis, ne vezessen félre bennünket az a körülmény, hogy az ókoriaknak *nem volt* összefoglaló megjelölésük a mi fizikai diszciplínáink

számára. Azért csak megvolt náluk is a tudományos igényű foglalkozás olyan problémákkal, amelyek újkori felfogás szerint a fizika tárgyköréhez tartoznak.

Az ókori filozófusok érdeklődése a természet iránt távolról sem volt pusztán csak *spekulatív jellegű okoskodás*. Nemcsak hogy elmélyedő megfigyelés, próbálkozás, sőt néha kísérlet előzte meg egy-egy teóriájukat, hanem még azt sem állíthatjuk, hogy ne törekedtek volna éppen úgy a *matematika alkalmazására* a természeti törvények megfogalmazásakor, mint ahogy a múltban ezt többen kizárólag a *Galilei* óta kibontakozó fizikára tartották jellemzőnek. Hiszen már a pythagoreusok rájöttek arra, hogy a zenei konszónanciák kifejezhetők *számszerű arányokkal*. A matematikát alkalmazta *Arkhimédész* a mechanika elméletére, és matematikára építette a hidrosztatikát. Az optika és akusztika pedig szinte csak egy-egy fejezete az euklidészi geometriának. Igaz, nem sikerült sem *Arisztotelész*nek, sem a későbbieknek matematikai törvényekre építeni a dinamikát, de még ezen a téren is figyelemre méltó próbálkozásokra hivatkozhatnánk. — Nem érvényes tehát az a gyakran hangoztatott tetszetős állítás, hogy a természettudomány — értve ezen első sorban a *fizikát* — matematizálása csak a *Galilei* óta kibontakozó modern kutatásra jellemző. Jelentkezett ilyen irányú törekvés már az ókorban is.

Mínthogy azonban az ókorban senki sem írt olyan „Fizikát”, amilyenre mi a newtoni, az ún. „klasszikus fizika” szemlélete alapján gondolni szoktunk, a tudománytörténetnek — ha mégis megpróbálja vázolni az antikvitásnak erre vonatkozó ismereteit — elég sok különböző helyről kell összegyűjtenie az egyes fizikai diszciplínákra vonatkozó ókori adatokat. Ezért a következőkben — anélkül, hogy a szó igazi értelmében az ismeretek *történeti kibontakozását* állítanánk előtérbe — megpróbálunk vázlatos áttekintést adni arról, amit „antik fizika” címen foglalhatnánk össze. Ebben az áttekintésben nagyjából azt a sorrendet tartjuk szem előtt, amelyben ma egy elemi tankönyv a „klasszikus fizikát” ismertetné. A következő áttekintés három nagyobb egységből áll: (A.), (B.) és (C.). Az (A.) a *szilárd*, a *cseppfolyós* és a *légnemű* testekkel foglalkozik. A (B.) az *optika*, a (C.) pedig az *akusztika*.

Az I. részben előbb 7 egység tárgyalja a szilárd testeket: a *sztatika*, *kinematika*, *dinamika*, *mechanika* stb. Majd a cseppfolyós testek ókori fizikájára vet némi fényt a *hidrosztatika*, a légneműekére pedig a *pneu-*

matika. A II. és III. rész viszont az *optika* és *akusztika* egy-egy ókori problémáját mutatja be.

Persze, nem ismertetik ezek a fejezetek az antik tudománynak a megnevezett szakterületekre vonatkozó *egészét*. Még azt sem állíthatjuk, mintha itt a leglényegesebbet gyűjtöttük volna össze. Csak arról van szó, hogy szeretnénk felvillantani valamit a klasszikus antikvitásból ezen a vonalon is.

(A.) 1. Sztatika

Hogy az antik tudomány milyen mértékben „matematizált”, arra az egyik legjobb példát a legnagyobb ókori matematikusnak, mérnöknek — és talán szabad ezt a megjelölést is alkalmaznunk rá: *fizikusnak* —, *Arkhimédész*nek fennmaradt műveiben találjuk. A szirakuzai *Arkhimédész* (i. e. 287–212) életéről nagyon keveset tudunk. Valószínű, hogy az ókori tudományos élet híres centrumában, Alexandriában tanult. Úgy látszik, állandó levelezést folytatott kora ismert tudósaival: *Eratoszthenésszel*, *Konónnal*, *Doszitheossal* stb.; ezeknek küldte el — vagy mint ma mondanánk: ezeknek *dedikálta* műveit. Arról, hogy milyen szerepet játszott szülővárosa, Szirakuza *Arkhimédész* életében, később (a „Mechanika” és az „Alkalmazott tudomány” című fejezetekben) amúgy is szó lesz még. Mutassunk rá itt inkább arra: Mit jelent az, hogy *Arkhimédész* „matematizálta” a sztatikát?

A matematika — mint ismeretes — állításait (az ún. *tételeket*) bizonyos *princípiumokból*, alapvető állításokból vezeti le. A levezetés abból áll, hogy megmutatjuk: az egyik vagy másik princípiumból, vagy esetleg egyszerre több ilyenből, *szükségszerűen* következik az, amit be akartunk bizonyítani. — Ami viszont a princípiumokat illeti, ezek olyan állítások, amelyeket a matematikus minden további ellenőrzés nélkül elfogad és kiindulásként használ további vizsgálódásaiban. — Persze, fölmerülhet itt a kérdés: Honnan tudjuk, hogy a kiindulásul választott princípiumok csakugyan igazak-e, azaz hogy megfelelnek a valóságnak? — Az arisztotelészi felfogás erre azt feleli — és azt felelte már az ókorban is —, hogy az emberiség *tapasztalatból* absztrahálta a matematikának és minden matematikai tudománynak a princípiumait. Tapasztalatból

tudjuk pl. azt, amit az egyik euklidészi posztulátum (vagy: axióma*) állít: *ha egyenlőkből egyenlőket veszünk el, a maradékok egyenlők lesznek.*

E szerint az arisztotelészi felfogás szerint a matematika — minthogy tapasztalati igazságokból indul ki — nem is egyéb, mint a legegzezaktabb *tapasztalati tudomány.* — De hát csakugyan igaza van-e *Arisztotelésznek?* Nincsenek-e a matematikának olyan princípiumai, amelyeket *a pusztta tapasztalás sem igazolni, sem megcáfolni nem tud?* Vegyük pl. azt a híres posztulátumot, amelynek tagadása *Bolyai és Lobacsevszkij* óta kiindulópontja lett a *nem-euklidészi geometriának:*

„Valamely adott egyeneshez egy rajta kívül eső ponton keresztül csak egy párhuzamos húzható.”

Azt, hogy a kérdéses párhuzamos valóban *egyetlenegy-e, több-e* vagy esetleg *egyáltalán nem létezik,* semmiféle tapasztalás nem dönti el. Bár szemléletünk mintha azt sugallná, hogy *igaz* a posztulátumként idézett állítás. De pusztán a *szemléletre* nem épülhet az absztrakt matematika. Ilyen és ehhez hasonló meggondolások alapján mintha már az ókorban sem fogadta volna el mindenki *Arisztotelésznek* a matematikai princípiumokról vallott nézetét, hogy *ti. ezek kétségbenvonhatatlan igazságok.*

De nem szükséges itt most kitérnünk a matematika filozófiájának a posztulátumokkal (axiómákkal) kapcsolatos kérdésére. Inkább állapítsuk meg azt, hogy *Arkhimédész* esetében a *sztatika matematizálása* azt jelenti: ő ezt a tudományt is úgy építette föl, mint előtte mások a geometriát. Előre bocsátott néhány *be nem bizonyított* posztulátumot, majd ezekből vezette le a sztatikai tételeket. — Érdekes, hogy a modern tudománytörténeti és tudományfilozófiai irodalom *Arkhimédésszel* kapcsolatban is fölvetette a kérdést: Vajon az ő előrebocsátott posztulátumai a tapasztalatból származnak-e, vagy megfordítva: nem azért bocsátott-e előre *Arkhimédész* éppen olyan posztulátumokat, amelyekről tudta, hogy belőlük levezetheti a tapasztalatból ismert statikai tételeket? — Anélkül, hogy a kérdés érdemi tárgyalásába bocsátkoznánk, bemutatunk itt néhány arkhimédészi *posztulátumot, tételt és korolláriumot* (mellékeredményt) az *emelők* (vagy: *kétkarú emelők*) problémájával kapcsolatban. Ezek illusztrálják az ókori matematizált

* Bár *Euklidész* hagyományosan *megkülönbözteti* a posztulátumot és axiómát, a kettő között *nincs* lényeges különbség.

sztatikát. Az idézetek forrása: *Arkhimédész értekezése*, „a síkidomú testek egyensúlya” (*epipedon iszorropiai*).

Posztulátumok:

„posztulálom az alábbiakat:

1. Egyenlő súlyok egyenlő távolságra [a középponttól] egyensúlyban vannak, és egyenlő súlyok nem egyenlő távolságra [a középponttól] nincsenek egyensúlyban, hanem *azon az oldalon hajlik le a kar, amelyiken a súly nagyobb távolságra van a középponttól.**
2. Ha olyan súlyok közül az egyikhez, amelyek egyensúlyban vannak, hozzáadunk valamit, megbomlik az egyensúly, és azon az oldalon hajlik lejjebb a kar, amelyiken a hozzáadás történt.
3. Hasonlóképpen: ha olyan súlyok egyikéből, amelyek egyensúlyban vannak, elveszünk valamit, megbomlik az egyensúly, és a kar azon az oldalon hajlik lejjebb, amelyiken nem történt elvétel.
4. Ha egyenlő és hasonló sík lapok egymásra illesztve egybevágóak, akkor súlypontjaik is egybeesnek.
5. Nem egyenlő de hasonló sík alakzatok súlypontjai hasonlóképpen helyezkednek el. A pontok hasonló elhelyezkedését a hasonló alakzatoknál úgy értem: ha ezekből a pontokból azonos szögben egyeneseket húzunk a megfelelő oldalakhoz, akkor a húzott egyenesek a kérdéses oldalakkal azonos szögeket alkotnak.
6. Ha adott tömegek bizonyos távolságokra [a középponttól] egyensúlyban vannak, más, velük egyenlő tömegek ugyanezekre a távolságokra [a középponttól] szintén egyensúlyban lesznek.
7. Bármely mindenütt konvex alakzatnak a súlypontja az alakzaton belül van.”

*Tételek***

1. tétel: „Súlyok, amelyek a középponttól egyenlő távolságokra egyensúlyban tartják egymást, egyenlőek...”
2. tétel: Nem egyenlő súlyok egyenlő távolságokra a középponttól nem tartják egyensúlyban egymást, hanem azon az oldalon hajlik lejjebb a kar, amelyiken nagyobb a súly...

* A fordítás mind ebben a mondatban, mind a következőkben *csak értelem szerint hű*.

** A tételek bizonyításait nem idézzük.

3. tétel: Nem egyenlő súlyok nem egyenlő távolságokra a középponttól egyensúlyban tarthatják egymást, ha a nagyobb súly kisebb távolságra van a középponttól. . .
4. tétel: Ha két egyenlő súlynak nem ugyanaz a súlypontja, akkor kettőjüknek közös súlypontja annak az egyenesnek a felezőpontja lesz, amely a két súlypontot összeköti. . .
5. tétel: Ha három, egymástól egyenlő távolságra elhelyezett tömeg súlypontjai egy egyenesen vannak, akkor az egész rendszer közös súlypontja egybeesik a középső tömeg súlypontjával. . .
1. korollárium (mellékeredmény): Az előbbi (5.) tétel érvényes akárhány páratlan számú tömegre, ha azok, amelyek a középsőtől azonos távolságra vannak, egyenlők, és ha a súlypontjaik között levő távolságok is egyenlők.
2. korollárium: Ha páros számú tömegről van szó, amelyeknek súlypontjai azonos távolságra helyezkednek el egymástól egy egyenes vonalon, és ha a két középen levő tömeg egyenlő egymás között, és ha azok is, amelyek emezektől mind a két oldalon azonos távolságra vannak, egyenlők, akkor az egész rendszer súlypontja annak az egyenesnek a felezőpontja lesz, amely a két középső tömeg súlypontját köti össze egymással.”

(A.) 2. Kinematika

„Minden test egyenes vonalú egyenletes mozgást végez vagy nyugszik mindaddig, amíg valamely rá ható erő állapotának megváltoztatására nem kényszeríti” — így hangzik az újkori fizika egyik legegyszerűbb tétele, *Newton*nak a mozgásra vonatkozó első axiómája. Mint ismeretes, ez a *Newton*-tétel tulajdonképpen *Galilei*nek a testek tehetetlenségéről szóló törvényét fejleszti tovább.

Még világosabb lesz a modern tudomány fogalomalkotása — vagyis azok a fogalmak, amelyeket ez az alaptörvény használ, tehát „mozgás”, „tehetetlenség”, „állapotváltozás” és „erő” —, ha összehasonlítjuk ezeket azokkal a másfajta fogalmakkal, amelyekkel az ókori tudomány próbálta megmagyarázni ugyanazokat a jelenségeket, amelyeket számunkra az idézett axióma világít meg. Mint mindjárt kitűnik majd, az a fogalomrendszer, amelyet az ókori tudomány erre használt, jóval bonyolultabb, mint azok az újabb kori tudományra jellemző fogalmak, amelyekre *Newton* axiómája épült.

Arisztotelész az égről írt munkájában (*De caelo*) azzal kezdi ide vonatkozó fejtegetéseit (268b14–270a12), hogy: *minden test képes a mozgásra, azaz: a helyváltoztatásra*. Mozgás pedig — írja tovább — kétféle van: (1) *természetes*, és (2) *kényszerített mozgás*. Természetesnek azt a fajta mozgást tartja, amellyel a dolgok (a testek) — amint ő gondolja — minden kényszer nélkül, maguktól *természetes helyük* felé törekszenek. Hogy a „természetes hely” fogalmát megalkothassa, két csoportba kell osztania a dolgokat: vannak *nehéz*, és vannak *könnyű testek*. Bár ez a megkülönböztetés — mint ő maga is kiemeli — viszonylagos, mert pl. a *levegőnél* nehezebb a *víz*, a *víznél* pedig a *föld* és a *kő*; vagy ellenkező irányban: a *levegőnél* könnyebb a *tűz*, és még a *tűznél* is könnyebb az „éter”. (*Arisztotelész* ezt az utóbbi kettőt is — „tűz” és „éter” — anyagnak tartja.) De a *nehéz* és *könnyű* ellentéte mégis alkalmas arra, hogy ezzel mindjárt összekapcsolja a *természetes hely* fogalmát a következőképpen: A nehéznek természetes helye a középpont — értvén ezen a Világegyetemet, a kozmosz középpontját. Itt helyezkedik el a legnehezebb anyag, a Föld. De nemcsak a Föld, hanem a többi is, mindaz, ami nehéz — abban a mértékben, hogy *mennyire nehéz* — e felé a középpont felé tart. Ez tehát a nehéz testeknek a *természetes mozgása*. Azért esnek le a magasból a súlyos tárgyak, mert a középpontot keresik. Sőt, minél inkább megközelítik a középpontot, annál gyorsabb lesz természetes mozgásuk. (Így magyarázza — mint majd mindjárt látni fogjuk — az antik fizika a szabadon eső test gyorsuló mozgását.) — Annak viszont, ami *könnyű*, a magasban van a természetes helye. A könnyű testek *természetes mozgása* tehát *fölfelé irányul* — legalábbis itt a Földön. Azért száll fölfelé a légbuborék a vízben, mert a levegő könnyebb, mint a víz. De még a levegőnél is könnyebb a *tűz*; ezért mutat a láng iránya mindig fölfelé, és nem oldalt vagy lefelé.

A tűz természetes helye közvetlenül a Hold alatti (a szublunáris) szélső szféra. A víz természetes helye viszont a második szféra közvetlenül a legnehezebb test, a Föld után, amely — mint már mondtuk — a középpontot foglalja el. Ily módon a négy sorban egymás után egyre könnyebbedő elem természetes helyei a középpont felől számítva: 1. Föld, 2. víz, 3. levegő, 4. tűz — a Földtől a Holdig. Azok az anyagok pedig, amelyek a négy felsorolt elem keveredéséből állanak, aszerint keresik természetes helyüket, hogy melyik elem túlsúlya dominál bennük.

A természetes mozgás tehát *Arisztotelész* szerint abból áll, hogy az elemek, illetőleg azok az anyagok, amelyek különböző arányokban tar-

talmazzák ezeket — aszerint, hogy nehezebbek-e vagy könnyebbek —, keresik „természetes helyüket”. — A másik, a *kényszerített mozgás* viszont az, amely a testeket természetes helyükről *eltávolítani* igyekszik. Ilyen kényszerített mozgást végez pl. a fölhajított kő. — Ebből látható, hogy az arisztotelészi kinematika az „erő” fogalmát csak az egyik fajta, a *kényszerített mozgás* magyarázatára veszi igénybe.

Már az eddig elmondottak is azt mutatják, hogy *Arisztotelész* fogalomrendszere a mozgás magyarázatára jóval bonyolultabb, mint a miénk, illetőleg mint az ún. „klasszikus”, a newtoni fizika fogalmai. Még komplikáltabb lesz az antik rendszer azáltal, hogy *Arisztotelésznek* — illetőleg annak a régebbi görög fizikának, amelyet *Arisztotelész* igazában csak kanonizált — a körmozgásra is magyarázatot kellett találnia.

Hiszen úgy látjuk: a Nap, a Hold, a csillagok és az egész égbolt körmozgást végez a Föld körül. Van tehát nemcsak *egyenes vonalú mozgás* — amely lehet vagy *természetes*, vagy *kényszerített* —, hanem egy másikfajta mozgás is. Ez a másik, a *körmozgás* — mint az *Arisztotelész*-nél megőrzött antik elmélet tanítja — csak a Hold feletti szférában valósul meg; a Hold a legalacsonyabb, vagyis a Földhöz legközelebb eső égitest, amely már maga is ilyen, csak a magasabb régiókra jellemző mozgást végez.

Nyilvánvaló, hogy ebben az osztályozásban — *körmozgás*, amely az örök égitestekre jellemző, és *egyenes vonalú mozgás* (amely vagy *természetes*, vagy *kényszerített*) a szublunáris szférában —, hogy tehát ebben a kettős felosztásban a régi pythagoreus gondolat érvényesült: az égitestek emberfölötti, isteni lények; ezeknél a mozgás csak tökéletes, azaz: *körmozgás* lehet.

Ezen túlmenően a régi pythagoreus elképzelés adott alkalmat egy olyan jellegzetesen arisztotelészi fogalomnak a megteremtésére, amely némileg megváltozott jelentésben ugyan, de még ma is tovább él. Mert *Arisztotelész* abból a megfigyelésből, hogy az égitestek körmozgást végeznek, mindjárt arra következtet, hogy ezeknek a legnagyobb magasságban mozgó szubsztanciáknak az anyaga minden másnál — még a *tűznél* is — *könnyebb*. Ezt az anyagot nevezte ő „éternek”, vagy körülírással: „ötödik szubsztanciának” — ti. a másik négy: a *föld*, a *víz*, a *levegő* és a *tűz* után következőnek. Ez lett a középkori skolasztikusoknál latinul: *quinta essentia*, és innen a mi *kvintesszencia* szavunk („valaminek a leglényegesebb eleme, veleje”), minthogy a világban *Arisztotelész* szerint a legtökéletesebb nyilván a legkönnyebb, az ötödik, a *quinta essentia*.

(A.) 3. A szabadesés (Arisztotelész)

Amikor az iskolában fizikaórán a szabadesést tanítják, mindenekelőtt azt szokták illusztrálni a gyerekek előtt, hogy légüres térben a szabadon eső test mozgása *nem függ* a test súlyától. A gyakorlatban, persze, a „lég-üres teret” inkább egy olyan üvegcső helyettesíti, amelyből „kiszivattyúzták” — azaz pontosabban: amelyben *kellőképpen megritkították* — a levegőt. De, persze, ennyi is elég ahhoz, hogy bemutassák: a tollpehely és az ólomgolyó esése nem különbözik egymástól az ilyen közegben: mind a kettő ugyanannyi idő alatt jut el az üvegcső felső végéből az alsóba.

Nem volt hát igaza *Arisztotelésznek* — vonják le ebből a kísérletből a tanulságot —, amikor azt állította, hogy a magasból leeső test *sebessége súlyától függően lesz nagyobb vagy kisebb*. Ez az elgondolás csak helytelen, hiányos megfigyelésből következhetett. *Galilei* volt az, aki vele szemben a való tényállást kísérlettel igazolta.

Bár ezek a megállapítások nagyjából megállják a helyüket, mégis érdemes lesz velük kapcsolatban fölhívni a figyelmet néhány gyakran elhangzó kisebb tévedésre.

Mindenekelőtt szögezzük le: valószínű ugyan, hogy *Galilei* kísérlettel is igazolta erre vonatkozó helyes elgondolását, de *ez* a kísérlet nem állhatott abból, hogy különböző súlyú tárgyakat ejtett le a pisai ferde torony legfelső emeletéről — amint ezt néha elmondják róla —, mert ezzel *nem* igazolható a szabadesésnek csak légüres térben érvényesülő törvénye. Az, ami egy ilyen kísérletből kiderülne, mégiscsak közelebb járna *Arisztotelész* elgondolásához. Mert a levegő ellenállása másképp hat a súlyosabb, mint a könnyebb test mozgására: a súlyosabb hamarabb ér földet, mint az ugyanolyan terjedelmű és alakú könnyebb test. Ezt egyébként — legalább részben — helyesen állapították meg már az ókorban is. Érdemes lesz tehát közelebbről megnéznünk: mik voltak tulajdonképpen *Arisztotelész* tévedései ezzel a problémával kapcsolatban, és hogyan módosultak az először nála felbukkanó gondolatok az ókor későbbi évszázadaiban.

Többször találkozunk *Arisztotelész*nél azzal a gondolattal, hogy *természetes mozgás* esetén a nagyobb testnek a sebessége is nagyobb. Minthogy pedig — mint láttuk már — a „természetes mozgás” az ő fogalmai szerint lehet *lefelé*, a Föld középpontja felé irányuló, tehát *esés* (az ún. nehéz testek esetében, mint a *föld* vagy a *kő*), de lehet *fölfelé* irányuló, *felszállás* is,

mint a könnyű tűz esetében — ezért az előbbi gondolat nemcsak azt jelenti, hogy a nagyobb (pontosabban: a súlyosabb) földdarab nagyobb sebességgel esik lefelé a magasból, hanem egyszersmind azt is, hogy a nagyobb tűz meg nagyobb sebességgel száll fölfelé. — Csakugyan, Arisztotelész egy alkalommal az égről írt munkájában (*De caelo* 277b4—5) egyértelműen és határozottan leszögezi: mind a tűznek, mind pedig a földnek nagyobb tömege nagyobb sebességgel mozog saját „természetes helye” felé — tehát az egyik fölfelé, a másik meg lefelé.

Érdekes lesz ezzel kapcsolatban mindjárt megemlíteni az egyik Arisztotelész-kommentátort — azt az Ioannész *Philoponoszt*, aki időszámításunk 5/6. százada körül élt. Ő ti. elég messzemenően meg tudta őrizni önállóságát az arisztotelészi gondolatokkal szemben, még a *Physikához* írt magyarázatokban is. *Philoponosz* ugyanis világosan kifejti, hogy a súlyosabb test nagyobb esési sebessége egyszerűen abból következik, hogy az ilyen könnyebben legyőzi az ellenálló közeg (a levegő) visszatartó hatását. — Érdekes az is, hogy ugyancsak nála mennyire háttérbe szorul az a másik gondolat, hogy „a nagyobb tűznek is nagyobb sebességgel kell a magasba törnie”. (Valószínű egyébként, hogy magánál Arisztotelésznél is a „felfelé irányuló nagyobb sebesség” a nagyobb tűz esetében csak a gondolati konstrukció teljessége kedvéért került a súlyosabb test nagyobb esési sebessége mellé.)

De magyarázatot kellett találniok az ókoriaknak arra a *gyorsulásra* is, amelyet könnyű volt észrevenni, miközben a szabadon eső test mozgását figyelték. Megvan, persze, az erre irányuló próbálkozás közvetlenül magának Arisztotelésznek a műveiben is. Jobb lesz azonban, ha ebben az esetben a kommentátornak, *Szimplikiosznak** a magyarázatából indulunk ki, mert ebből rögtön azt is megtudjuk, hogyan próbálkoztak az Arisztotelész utáni időkben tőle némileg eltérő magyarázatokkal.

Szimplikiosz tehát azzal kezdi erre vonatkozó kommentárját, amelyet a *Physika* 916.4—30 helyéhez csatolt: általában mint *evidens* tényt fogadják el, hogy a „természetes helyük” felé közeledő testek mozgása

* Az újplatonikus *Szimplikiosz* időszámításunk 6. századában élt. Tudjuk róla, hogy amikor 529-ben bezárták Athénban az Akadémiát, ő elhagyta a keletrómai birodalmat, és a perzsa udvarnál keresett menedéket. De aztán 533-ban mégis visszatért Athénbe. Különösen becsesek *Szimplikiosz* Arisztotelész-magyarázatai; fölhasználta ezekben az *aphrodisziaszi Alexandrosznak* jóval régebbi kommentárjait is. Ez a híres *Alexandrosz* időszámításunk 3. századának első felében élt. (Nevét a Kisázsiaiában levő Karia „Aphrodisziasz” nevű városáról kapta.)

gyorsuló mozgás. — Nyilvánvaló, hogy már ez a megállapítás csak a Föld felé eső testekre vonatkozhatik; hiszen ellentétes irányú gyorsuló mozgást (fölfelé a *levegő* vagy a *tűz* esetében) — ahogy ezt az állítás szó szerinti értelmében és az arisztotelészi teória szerint várniok kellett — nem tapasztaltak. Ami viszont ennek a gyorsulásnak az *okát* illeti, arra mindjárt két magyarázatot is ad forrásunk — jelöljük annak, hogy igazában egyiket sem érzi megnyugtatónak. Mint elmondja, egyesek úgy gondolják, hogy a testek minél közelebb érnek „természetes helyükhöz”, annál nagyobb „erőre tesznek szert”. Mások arra hivatkoznak, hogy a Föld felé eső test mozgását a levegő mint ellenálló közeg lassítja; viszont minél közelebb kerül a test mozgása során a Földhöz, annál inkább fogy a mozgást gátló, lassító közeg. Ez lehetne a gyorsulás magyarázata. (Megvan ennek a magyarázó próbálkozásnak az ellenkezője is az ókoriaknál, hogy ti. a levegő nem csökkenti, hanem *növeli az eső test sebességét*. Erről mindjárt alább.)

De mindjárt hozzáfűzi *Szimplikiosz* az előbbi két megokoláshoz harmadjára a megjegyzést, hogy igazában kevesen vannak, akik csakugyan megpróbálják a magyarázatot a gyorsuló mozgásra. Majd külön kiemeli a *lampszazoszi Sztratón** magyarázatát. Ha viszont jobban megnézzük azt, amit *Szimplikiosz* ezúttal idéz, kiderül, hogy az egyáltalán *nem magyarázat* a szabadesés gyorsulására. *Sztratón* ezúttal valami egészen mást ír le — alapjában helyesen. Azt mondja ugyanis (*Szimplikiosz* szavai szerint):

„Ha egy követ vagy egyéb súlyos tárgyat ejtünk a földre kisebb magasságból, a becsapódás alig észrevehető lesz. De ha ugyanezt a tárgyat 100 láb magasról vagy még nagyobb magasságból ejtjük le, nagy lesz a becsapódás. Minthogy viszont az utóbbi esetben sem a tárgy nem lett nagyobb, sem súlya nem növekedett, a nagyobb becsapódás oka csak az lehet, hogy *a gyorsuló mozgás következtében megnövekedett az ereje*.” — Amint látjuk, *Sztratón* — anélkül, hogy nevet is adna neki — tulajdonképpen a szabadon eső test *kinetikus energiáját* írja körül.

* *Lampszazosz* kisázsiai város Troász közelében, a Helléspontosz partján. Innen való az i. e. 3. század fizikusa, *Sztratón*, aki *Arisztotelész* közvetlen tanítványa, *Theophrasz-tosz* után lett a peripatetikus iskola feje. Számos művéről tudunk ugyan, de még egyet sem sikerült azonosítani az ókorból ránk maradt hasonló tartalmú írások közül valamelyikkel. Úgy látszik, *Sztratón* arra tett kísérletet, hogy az antik atomelméletet *Arisztotelész* tanaival kombinálja.

Végül pedig egészítsük ki *Szimplikiosz* fejtegetéseit még egy olyan, az esés gyorsuló mozgására adott magyarázattal, amelyet az ókoriak közül, úgy látszik, *Plutarkhosz* egyik szövege (*Platóni kérdések* 7.5) fogalmazott meg legvilágosabban. Itt ugyanis arról olvasunk, hogy a magasból leejtett súlyos tárgy tulajdonképpen „széthasítja” a levegőt. De rögtön utána újra összecsapódik a zuhanó test mögött a „széthasított levegő”, és ez löki tovább, vagyis ez növeli a zuhanó test sebességét. — Szinte fölösleges hozzáfűznünk, hogy a newtoni fizika ezt a szellemes magyarázatot sem teheti magáévá.

De érdemes lesz hozzátenni a szabadesés antik problémájának ehhez a vázlatos áttekintéséhez még további két ókori adatot. — Az egyik abból áll, hogy *Arisztotelész* éppen ezzel az antik problémával kapcsolatban tagadta az űr, a vákuum létezésének a lehetőségét. Érvelése szerint: ha volna vákuum, akkor ebben a szabadon eső testnek végtelen sebességgel kellene földet érnie. — A másik adat pedig az a tény, hogy a már korábban említett *Ioannész Philoponosz* határozottan állást foglalt ebben a kérdésben *Arisztotelész* ellen. Kimutatta — részben csakugyan helyes gondolatmenettel — a *Sztagirita** érvelésének téves voltát. — A baj csak az, hogy *Philoponosz* érvelése meg oda konkludált: nemcsak hogy van vákuum, hanem az ilyenben a szabadon eső test sebessége — tehát jól vigyázzunk: a sebesség, és *nem* a gyorsulás, erről az utóbbiról ebben az érvelésben *nincs* szó — a test súlyának megfelelő arányban nagyobb vagy kisebb kell legyen. (A kommentátor tehát csak *részben* korrigálta *Arisztotelész* tévedését.)

(A.) 4. Az atomok mozgása

Az arisztotelészi fizika a mozgást *nem* tartotta olyan általános és szakadatlan jelenségnek, mint a korábbi görög filozófia. Láttuk már, hogy a *Sztagirita* szerint a dolgok „természetes mozgásának” célja az, hogy „természetes helyükre” kerüljenek; a nehéz testek esetében ez a hely a középpont. A Föld azért mozdulatlan, mert mindaz a „nehéz”, amiből áll, eljutott már a kozmosz középpontjába. — Nem ilyen egyértelmű *Arisztotelész* elmélete a „könnyű testek” mozgását illetően. Ezek is

* *Sztageira* vagy *Sztageirosz* — város Khalkidiké félszigetén. Itt született *Arisztotelész*; ezért neve már az ókoriaknál gyakran: „a *Sztagirita*”.

mozdulatlanok lesznek tán, ha eljutottak „természetes helyükre”? De hiszen a csillagok és az égbolt körforgását *Arisztotelész* is öröknek tartotta! — Bár ezt a kérdést nyitva kell hagynunk, úgy látszik, *Arisztotelész* mégsem tanította az örök mozgást olyan általános formában, mint *Hérakleitosz* vagy már a 6. században *Anaximenész*. Mert ezek szerint a bölcselők szcrint a dolgok *létezési formája* a mozgás, azaz: semmi sincs örök és szakadatlan mozgás nélkül.

Továbbélt ez a régi gondolat az antik atomelméletben. De mielőtt az atomok mozgásáról beszélénk, említsük meg itt, hogy *atomokról* a kevéssé ismert *Leukipposz* után először az a *Démokritosz* tanított, aki i. e. 460 körül született; majd továbbfejlesztette ezt az elméletet *Epikurosz* i. e. 341 — 270 között. A mai olvasó viszont az egész tanítást legjobban annak a *Lucretiusnak* latin nyelvű, *De rerum natura* című költeményéből ismerheti meg, aki a római köztársaság utolsó századában élt.

Az atomelmélet — *Arisztotelész* elgondolásával ellentétben — *nem* mondhatott le az *úr*, a *vákuum* létezéséről. Sőt, ez a tanítás éppen azáltal lett az eleai doktrína, *Parmenidész* és *Zénon* rendszerének a továbbfejlesztése, hogy odaállította az egyetlen igazi „*létező*” mellé a vele egyenrangú, de más értelemben levő „*nemlétező*” is. *Parmenidész* „*nem létezője*” kapta *Démokritosz* rendszerében az *úr*, a *vákuum* nevet. Ebben a végtelen *semmiben*, az *úr*ben végzik örök mozgásukat az anyag parányi, tovább már *nem osztható* (ezt jelenti a görög *a-tomon* szó), de egyszersmind elpusztíthatatlan részei, az *atomok*. — A valóságban nincs keserű vagy édes, lágy meg kemény, hideg és meleg, könnyű és nehéz stb. — tanította *Démokritosz*. Az anyagnak mindezek a tulajdonságai igazában csak benyomások, amelyeket az atomok különféle társulásai keltenek bennünk.

Az *úr*, a *vákuum* pedig minden irányban végtelen; nincs *fönt* és *lent*, mert minden irány egyenrangú benne bármely másikkal. Illetőleg: ezen a ponton *Epikurosz* tanítása részben mégis eltér *Démokritosz* korábbi felfogásától. Mert *Démokritosz*, úgy látszik, csakugyan azt tanította, hogy az atomoknak *nincs* egyéb tulajdonságuk, csak egymástól eltérő alakjuk: nincs tehát *súlyuk* sem. A *súly* maga is olyan tulajdonsága az anyagnak, ami csak az atomok különféle társulásaira jellemző. Ha pedig nincs súlyuk az atomoknak, akkor érthető az is, hogy az *úr*ben nincs *lent* és *fent*. — *Epikurosz* viszont mintha ettől eltérően mégis úgy gondolta volna, hogy az atomok örök mozgása tulajdonképpen szakadatlan zuhanás lefelé a végtelen *úr*ben. Ez pedig csak akkor lehetséges, ha az atomoknak *van súlyuk*.

Érdekes azonban, hogy ezen a ponton az antik elmélet tanítása az „atomok szabadeséséről” ugyanaz, mint amit a newtoni mechanika a légüres térben eső testekről mond. (Meglepő, hogy erre a helyes gondolat-ra egyébként még az *Arisztotelészt* magyarázó *Ioannész Philoponosz* sem jutott el, aki pedig éppen a szabadeséssel kapcsolatban a *Sztagiritának* két tévedését is korrigálta: 1. van vákuum; 2. a vákuumban a szabadesés sebessége *nem végtelen*.) Mint *Lucretius* kifejti (II 225 kk.): az, aki úgy gondolja, hogy a nehezebb atomok nagyobb sebességgel zuhannak lefelé, mint a könnyebbek, *téved*. Hibátlan okoskodással elmagyarázza: ha nincs közegellenállás, amely csökkentené a sebességet, a különböző súlyok azonos sebességgel kell hogy essenek (*omnia quapropter debent per inane quietum aequae ponderibus non aequis concita ferri*). — Kár, hogy ez a helyes gondolat — az antik teória atomjairól lévén szó — csak spekulatív igazság.

De eltér *Epikuros* tanítása *Démokritosz* felfogásától egy másik lényeges kérdésben is. *Epikuros*znak ugyanis fel kellett tennie, hogy a saját súlyuknál fogva folyton lefelé zuhanó atomok időnként *önkéntesen, anélkül hogy ezt valamivel meg lehetne okolni, irányt változtatnak, eltérnek az egyenes vonalú mozgástól*. . . Ezt nevezi *Lucretius* latin szövege *declinatio*nak. Ez a parányi, önkényes elhajlás az egyetlen rés az antik atomelmélet szigorúan determinált kauzalitásában. Ez helyettesíti mind a *szabad akaratot*, mind pedig a teremtést.

Mert ha semmivel sem okolható meg a lefelé zuhanó atom mozgásának eltérése az egyenes vonaltól, akkor ez az állítás egyértelmű azzal, hogy a kérdéses parányi rész *szabadon* változtatta meg mozgásának az irányát, egyszerűen azért, mert így *akarta* — nem kérdezve most, hogy mennyiben volt ez a megmagyarázhatatlan „akarat” *tudatos szándék*. — De az önkényes irányváltoztatás egyszersmind oka lesz annak is, hogy a szeszélyesen viselkedő atom összeütközik más, hozzá hasonló parányi részekkel, társul velük, és így létrejönnek a különféle dolgok. Az önkényes irányváltoztatás következménye tehát: összeütközés, társulás, keletkezés, teremtés. . .

*Epikuros*z, illetőleg *Lucretius* magyarázata szerint: ahol sűrű az atomok összekapcsolódása, társulása, ott *kővel* vagy *vassal* lesz dolgunk, ahol meg rendkívül ritka, ott a keletkező anyag *levegő* vagy *napfény*, lesz. (Ez az antik elmélet a *fényt* is anyagnak tartotta.)

Illusztrálta az ókori elmélet az atomok mozgását a parányi porszemeknek azzal a táncával, amelyet szabad szemmel is láthatunk, ha

sötét kamrába keskeny résen át besüt a napsugár.* *Lucretius* szövege annyira szemléletes, eleven leírást ad erről a látványról, hogy amikor először olvassa ezt az ember, szinte azt kérdezi: vajon nem éppen ezekben a parányi, táncoló porszemekben látta-e az antik szerző az atomokat? — Csak ha figyelmesen tovább olvassuk a fejtegetést, akkor vesszük észre, hogy milyen jól sejtették már az ókorban: az atomok nagyságrendje messze mögötte marad annak a küszöbnek, amelynél érzékelésünk egyáltalán elkezdődik (*omnis enim longe nostris ab sensibus infra primorum natura iacet*). Mint az antik szöveg félreérthetetlenül kifejti: az atomok mozgása csak többszörös áttételen keresztül éri el azt a magasabb szintet, ahol a mozgás bizonyos körülmények között már csakugyan érzékelhető lesz. A modern olvasót mindez arra a *Brown-mozgásra* emlékezteti, amelyet e század elején *Einstein* csakugyan vissza tudott vezetni az atomok mozgására.

Ne feledkezzünk meg arról sem, hogy foglalkoztatta ennek az elméletnek ókori képviselőit az a másik kérdés is: vajon mekkora lehet az atommozgás sebessége? — A válasz pedig, amelyet erre a kérdésre megkíséráltak, bármennyire téves, mégis elgondolkoztató. Ők ti. úgy képzelték, hogy az atomok mozgási sebessége *nagyobb még a fény sebességénél is*.

Végül pedig fölmerült bennük a kérdés: Ha ilyen óriási sebességgel és szakadatlanul mozgásban vannak az atomok, hogy lehet akkor, hogy mindebből mégis úgyszólván semmit sem érzékelünk? — Válaszul megint az atomok nagyságrendjére hivatkoztak, és egyben emlékeztettek a következő figyelemre méltó analógiára. Távoli magas hegyről a messze juhnyáját vagy egy nagy katonai alakulatot, egy légiót is gyakran mozdulatlanak látunk, holott közelebből rengeteg mozgást tapasztalhatnánk mind a kettőben. Ha elgondolkozunk e meglepő és találó magyarázaton, szinte csodálkozva kérdezzük: Hogy lehet az, hogy azoknak, akik így gondolkodtak az atomokról, nem jutott eszükbe, hogy tán az állócsillagokat is csak azért látjuk egymáshoz viszonyítva mozdulatlanoknak, mert olyan, szinte elképzelhetetlenül messze vannak tőlünk?

* Ez az összehasonlítás abból az időből származhat, amikor az atomok mozgását a teória még nem egyszerű „lefelé zuhanásnak” tartotta.

Említettük már, hogy *Arisztotelész* megkülönbözteti a „természetes” és a „kényszerített” vagy „erő által létrehozott” mozgást. E kettő közül a „természetes” mozgás voltaképpen azonosítható azzal, amit mi mint a *gravitáció* hatására végbemenő mozgást értelmezünk. (Egyébként végső soron maga a „gravitáció” elnevezés is *Arisztotelészre* megy vissza. Mert *gravis* latinul „nehéz”; *Arisztotelész* pedig „természetes mozgáson” főként a *nehéz* testeknek a Föld felé irányuló mozgását értette, minthogy a Földet tartotta a Világegyetem középpontjának.) De érvényes a „természetes mozgás” egyenlővé tétele a gravitáció hatására végbemenő mozgással nemcsak akkor, ha az ún. „nehéz testeknek” az esésére gondolunk, hanem arra a fölfelé szálló mozgásra is, amelyet *Arisztotelész* úgy értelmezett, mint a „könnyű testek” mozgását saját „természetes helyük” felé. Ha ti. a vízben fölfelé szálló buborékokra gondolunk, akkor ez a mi magyarázatunk szerint nem a „természetes hely” keresése a „könnyű test” részéről, hanem megfordítva: a *gravitáció nagyobb hatása a vízre*; ennek a következménye az, hogy a víz *lefelé mozgása* fölfelé kényszeríti a buborékot. A tűz lángja sem szabadon száll fölfelé — ahogy *Arisztotelész* értelmezi —, hanem erre kényszeríti a lángot a körötte levő hidegebb levegő lefelé szállása.

De fontosabb most számunkra — a gyakorlat szempontjából — a „kényszerített” vagy „erő által létrehozott” mozgás. A mechanika is ezt alkalmazza legtöbbször. Érdekes ti. ezzel kapcsolatban mindenekelőtt az, hogy *Arisztotelész* milyen világosan megkülönbözteti az ilyen fogalmakat, mint: 1. a mozgást létrehozó erő; 2. az elmozdított test (*tömeg*); 3. az elmozdulás alatt megtett út, és 4. az elmozduláshoz szükséges idő. — Sőt, ami még meglepőbb: a szöveg megpróbálja ezeknek a fogalmaknak az összefüggését *matematikai formába* önteni. A *Physikában* találjuk (VII 5) pl. a következő gondolatmenetet:

Ha *A* mozgatóerő elmozdítja *B* testet *C* távolságra, *D* idő alatt (azaz: ha *B* tömeg *C* utat tesz meg *A* erő hatására a megadott idő alatt), akkor ugyanennyi idő alatt ugyanez az *A* erő fele akkora testet ($\frac{1}{2} B$) kétszer akkora távolságra ($2C$) fog elmozdítani. — Mintha csak egy képletnek szavakba foglalásáról lenne szó: a megtett út *egyenesen* arányos a hatóerő és az idő szorzatával (!), de *fordítottan* arányos az elmozdított tömeggel.

Arisztotelész azonban igazában nem megy nagyon messzire az analízisben. A tömegén kívül nem veszi számításba mint külön tényezőket:

a sűrűdést és a közegellenállást. Ne feledkezzünk meg az előbbi „képlettel” kapcsolatban arról sem, hogy ókori elgondolás szerint a mozgást létrehozó erőnek a mozgás egész időtartama alatt állandóan hatnia kell. *Arisztotelész* úgy gondolja: *nem* pillanatnyi hatóerővel van dolgunk még az elhajított kő esetében sem. Magyarázata szerint a röpdülő kőre – mindaddig, amíg a mozgás tart – csökkenő mértékben ugyan, de megszakítás nélkül hat annak a közegnek (a levegőnek) a taszítóereje (?), amelyen a kő áthalad. Érdemes kiemelni ezt a számunkra különös (sőt: *furcsa*) gondolatmenetet két okból: egyrészt azért, mert eszerint a röpdülő kő esetében a levegő nem annyira ellenálló, mozgást gátoló, lassító, mint inkább *előrevivő* (?) közeg. De érdemes fölfigyelni erre az arisztotelészi gondolatra azért is, mert ugyanakkor mégis többször idézhetnénk a *Physikából* olyan részeket is, amelyek majdnem arra mutatnak, mintha *Arisztotelész* nem járt volna messze már annak a felismerésétől sem, ami később, *Galilei* esetében a „tömeg tehetetlenségének a törvénye” lett.

Érdekes különben az előbb némi túlzással „képletnek” nevezett arisztotelészi gondolatmenet azért is, mert egyike ez azoknak a legrégibb eseteknek, amelyekben arra tettek kísérletet, hogy egzakt matematikai formát adjanak egy megsejtett fizikai törvénynek. Összehasonlítható ez azzal a másikkal, még régiebb (pythagoreus) felismeréssel, amelyről más összefüggésben szó lesz majd még, hogy ti. a zenei összhangok kifejezhetők arányokkal. A matematikai megfogalmazást, illetőleg az erre irányuló próbálkozást mind a két esetben konkrét fizikai kísérleteknek kellett megelőzniök.

Az ilyen fizikai kísérletek egyben arról is tanúskodnak, hogy a görögök természettudományi érdeklődése, amely a filozófiában is olyan sokszor megnyilatkozott, távolról sem volt pusztán *absztrakt spekuláció*. Mind a legrégibb ión, mind pedig az itáliai iskolák (tehát egyfelől Milétoszban: *Thalész*, *Anaximandrosz* és *Anaximenész*, másfelől pedig Itáliában különösen a pythagoreusok) a természet gondos megfigyeléséből indultak ki, és arra törekedtek, hogy a megfigyelt jelenségekre *törvényszerű magyarázatot* találjanak.

A már majdnem matematikai formába foglalt természeti törvénnyel nyilván gyakorlati céljuk is volt. Az előbbi „képlet” pl. szemmel láthatóan arra a kérdésre kereste a választ: Milyen erők kellenek adott tömegek mozgatásához? Illusztrálhatja azt a tényt, hogy csakugyan ilyen kérdések is foglalkoztatták az antik fizikusokat, pl. egy részlet az

alexandriai *Hérón Mechanika* című munkájából (I 20–21)*, amelynek gondolatmenete ugyanakkor a newtoni tudomány szempontjából csak részben helytálló.

„Sokan azt hiszik – olvassuk ebben a munkában –, bár ebben tévednek, hogy a földre helyezett tömegek csak *ugyanakkora erővel* mozgathatók meg, mint amekkora erőket ők maguk képviselnek. Ki fogom mutatni, hogy a nyugvó tömeg** – pusztán elméletileg – bármilyen kis erővel elmozdítható; majd pedig magyarázatot adok arra is, hogy ez a gyakorlatban miért *nem* következik be mégsem.”

„Tegyük fel, hogy valamilyen szimmetrikus, sima és teljesen szilárd test (tömeg) nyugszik egy sík felületen; a sík felület pedig olyan, hogy átalakítható lejtővé bármelyik irányban – tehát jobbra vagy balra. Tegyük fel ezután, hogy a sík felület jobbra hajló lejtővé alakul át. Ebben az esetben azt látjuk majd, hogy az adott tömeg megindul jobbra, és lefelé irányuló mozgást végez. Mert a tömegeknek tulajdonságuk az, hogy lefelé mozognak, ha nem tartja föl vagy nem akadályozza valami mozgásukat. – Ha ezek után a lejtőssé lett oldal ismét felemelkedik a horizontális síkig, visszaáll az egyensúly, és a tömeg ismét nyugalmi helyzetbe kerül.”

„Ha viszont a sík a másik oldalra, bal felé lesz lejtőssé, akkor a tömeg ebben az irányban végez lefelé irányuló mozgást – *bármilyen kicsi is a lejtő* (?). Ebben az esetben nem is kell erő ahhoz, hogy mozgásba jöjjön a kérdéses tömeg, inkább ahhoz kellene erő, hogy valami megakadályozza mozgását... Ha viszont a sík egyik irányban sem lejtő, akkor a kérdéses tömeg is megtartja nyugalmi helyzetét. – Ebből tehát az következik, hogy a lejtőn bármilyen kis erő is mozgásba hozhat valamely tömeget...”

Kiegészítve korrigáljuk ezt a gondolatmenetet a következőkkel:

1. Ha W -vel jelöljük a kérdéses tömeg által képviselt erőt, akkor valamely kritikus α szögű lejtőn $W \sin \alpha$ az az erő, amely képes ezt mozgásba hozni – *ha eltekintünk a súrlódástól*. Ha viszont a súrlódást is figyelembe vesszük, akkor ajánlatos inkább $W \sin \alpha + R$ erőről beszélni. R az az erőösszetevő, amely a súrlódást közömbösíti.

* Az itt következő két szövegrészlet görög eredetije nem maradt fenn. A kora középkori arab fordítást német magyarázatokkal kiadta L. Nix.

** Az antik szöveg *nem* definiál olyan fogalmakat, mint „tömeg” és „súly”.

2. Jóllehet *Hérón* szavai *nem* egyértelműek, mégis az olvasónak az a benyomása, mintha ő azt az erőt, amit mi magunk mint *W sin α-t* jelölünk, elegendőnek tartaná a *horizontális síkon* való elmozdításhoz is.

De rögtön azután, hogy kimutatta: *elméletileg* bármilyen kis erő képes elmozdítani a *lejtőn* bármilyen nagy tömeget, „korrigálja” ezt a pusztán teoretikus eredményt a következő gondolatmenettel:

„Egy tócsa víz, ha nem lejtős felületen gyűlt össze, nyugalomban marad, azaz egyik irányban sem folyik tovább. De ha lejtőssé tesszük a felületet valamelyik irányban, rögtön arra kezd folyni a víz mindaddig, amíg semmi sem marad belőle eredeti helyén — feltéve, hogy nincs valami horpadás a lejtőssé tett síkon, amelyben esetleg visszamaradhat a víz egy része (ilyesmi különösen edényeknél szokott előfordulni).”

„Ez azért van így a vízzel, mert részei között nem erős a *kohézió*, könnyen elválnak egymástól. Azok a testek viszont, amelyeknek részei között erős a *kohézió*, azoknál a részek nem sima felületűek, és így az *érdesség akadályozza a mozgást*. Az ilyen testeknek a részei összeakadnak, mint a gépeknél a fogaskerekek, és ez nem engedi, hogy lecsússzanak a lejtőn.”

„Ha szorosan összetartja a *kohézió* a sok apró részt, akkor csak valamely nagyobb koordinált erő tudja mozgásba hozni az ilyen testet. Arra is a tapasztalat tanította meg az embert, hogy a nagy *teknősbékákat*, a *testudókat** henger alakú fahasábokon mozgassa. Mert ezeknek a hengereknek csak kis része érintkezik a sík felülettel, és így csökken a súrlódás. De még így, a hengereken mozgatott súly esetében is a mozgatóerőnek nagyobbnak kell lennie, mint annak az erőnek, amelyet a súly képvisel. — Mások deszkákat helyeznek a földre, legyalulják, beolajozzák vagy bezsírozzák ezeket, hogy minél kisebb legyen a súrlódás. Így lehet kisebb erővel mozgatni nagyobb tömegeket is. A hengerek, még ha nehezek is, könnyebben gördülnek, mert csak egy kis részük érintkezik a sík felülettel. Még inkább érvényes ez a *gömbre*.” (A *kereket* más összefüggésben említi *Hérón*.)

* *Teknősbékának*, latinul *testudónak* nevezték azt a védőfődeletet, amely ostrom közben a támadó katonákat védte a falakról rájuk zúduló közáportól. Ilyen védőfődelet építettek az ostromlók néha faltörő kosaik fölé is. *Hérón* szövege tehát azt állítja, hogy ezt az egész konstrukciót henger alakú fahasábokon gördítették a vár falához.

Egészítsük ki ezt a fejezetet azzal a kevéssel, amit a híres antik mérnökről, *Hérónról* tudunk. Két, sokat emlegetett elődje — mind a kettő főként mechanikával foglalkozott — az alexandriai *Ktészipiosz* (az i. e. 3. században) és a byzantioni *Philón* (az i. e. 2. században). Velük szemben *Hérón* nagyobb jelentősége főként abban áll, hogy elég sok munkája maradt fenn. Ezek pedig inkább a tudomány *alkalmazása* szempontjából érdekesek, és csak másodsorban mint elméleti tudományos művek.

Arról, hogy mikor élehetett *Hérón*, nagyon sokat írtak már, de nem sikerült megnyugtatóan tisztázni a kérdést. A becslések majdnem félezer évre szóródnak szét: az i. e. 3. századtól időszámításunk 2. századáig bezárólag. Művei közül egyesek eredetiben, mások csak fordításban maradtak ránk.

A *Pneumatika* olyan gépkonstrukciókat ír le, amelyek a légnyomást használják ki. A *Mechanika*: gépek elmélete és alkalmazása, valamint *sztatika* és *dinamika*. *Dioptra* az irányzó és szögmérő készülékről. *Belopoiika* és *Kheirobalisztra* a hajítófegyverekről és a kéziparittyáról. *Az automaták készítéséről* — szó van ebben az utóbbi munkában többek között színházi előadások során használt szerkezetekről is. *Katoptrika* a tükrök elmélete és alkalmazása; ennek ókori latin fordítása *Ptolemaioszt* jelöli meg mint a munka szerzőjét, de valószínűbb mégis, hogy *Héróntól* származik. *Metrika*: felület- és űrtartalommérésekre használható formulák gyűjteménye; ezek a formulák sokszor beérik a közelítően helyes eredménnyel.

Ránk maradt ezenkívül az ókorból számos, *Hérónnak* tulajdonított matematikai (geometriai) tárgyú munka, amelyről könnyen megállapítható, hogy a későbbi századok során többször átírták, újra fogalmazták vagy kibővítették. Van egy pár olyan munkája is *Hérónnak*, amelyből csak töredékek maradtak ránk, pl. egy könyv a víziórákról és egy kommentár *Euklidész Eleméihez*.

A *Mechanika* három könyve arab fordításban maradt ránk. Az eredeti görög szövegből csak töredékeink vannak, pl. *Papposz Matematikai Gyűjteményében* az öt egyszerű gépről szóló rész (*hengerkerék, emelő, csigarendszer, ék és az ún. végtelen csavar*).

Az *Értelmező Szótár* a *mechanikára* ezt a magyarázatot adja: „A fizikának az az ága, amely a mozgásokkal és azokkal az erőkkel foglalkozik, amelyek a mozgást létrehozzák vagy megszüntetik, vagy amelyek a nyugalmi állapotban levő testekre hatnak; *erőműtan*.” Ez a szó — éppen úgy, mint a másik, *masina* szavunk — amely a latin *machina* modern változataként került hozzánk —, az ógörög *mékhané* származéka. Ez az utóbbi pedig *ügyes kitalálást, furfangos szerkezetet, agyafúrt mesterkedést* jelent. — De azok, akik figyelmesen olvassák a legrégibb görög szövegeket, hamarosan észreveszik, hogy van ebben a megjelölésben némi rosszalló árnyalat. Mintha az olyanok, akik ilyesmivel — *mékhanéval* — foglalkoznak, valami rosszban törnék a fejüket.

Eszünkbe juttatja ez a mitológiának azt a *nagyokos Szisziphoszt* (ezt jelenti maga a név: „nagyokos”, a *szophosz* = „bölc, okos” szóból), aki mindig valami *természetellenes* dolgon törte a fejét. Azt akarta pl., hogy a víz ne *lefelé* folyjon a magasból a mélybe, hanem *fölfelé* törjön a magasba. — De meg is lett a büntetés sok ravasz mesterkedéséért: halála után *Szisziphosz* a túlvilágon is azon fáradozik hiába, ami életében gyötörte itt a földön: iszonyú erővel sziklát görget a hegyre *fölfelé*, de abban a pillanatban, hogy fölérne a csúcsra, már zuhan is vissza a kő a mélybe...

Benne van ebben a mítoszban az ember félelme a legyőzhetetlennek érzett természeti erőktől, és a minden merész emberi beavatkozást elítélő rosszallás. — A másik oldalon éppen e mítosz gondolatvilága *ellen* foglaltak állást azok, akik bátran vállalták a kockázatot: a természet erőinek *kijátszását, rászedését*. Mert ezt látta az antik gondolkodás a *mechanikában*.

Élt ennek a felfogásnak az emléke még a késő antik *Papposznál* is, akinek néhány gondolatát a mechanikáról itt mindjárt bemutatom. — Azt, hogy *Papposz* mikor élt, nem tudjuk biztosan. Az i. sz. 1000 körül összeállított bizánci lexikon, a *Szuda* („erődítmény” vagy „bozót”) *Theodosziosz* császár (379–395) kortársának mondja; egy iskolai följegyzés (egy ún. *szkholion*) viszont a majdnem egy századdal korábbi *Diocletianusszal* (284–305) datálja; végül pedig egy modern csillagászati datálás arra utal, hogy 320. október 18-án volt egy napfogyatkozás; éppen ezt figyelte volna meg *Papposz*, amint ez kiderül egy megjegyzéséből *Ptolemaiosz* csillagászati művéhez írt kommentárjában.

Papposz leghíresebb munkája — az említett Ptolemaiosz-kommentáron kívül — az ún. *Matematikai Gyűjtemény* (*Collectio Mathematica*), amely csaknem teljes egészében fennmaradt. A munka, úgy látszik, kézikönyvnek, magyarázatnak és egyben kiegészítésnek készült, amelyet a hellenisztikus kor nagy matematikusainak műveivel párhuzamosan használtak. Nagyon sok olyasmit is tartalmaz korábbi tudósok műveiből, amiről nélküle egyáltalán nem tudnánk. Minden egyébtől eltekintve *Papposz* már ezért is felbecsülhetetlen értékű forrása a tudománytörténetnek. Ebből a munkából idézem az alábbi gondolatmenetet a mechanikáról (*Coll. math.* VIII 1–5):

„A mechanika tudománya nemcsak hasznos sok fontos gyakorlati vállalkozás szempontjából, hanem valóban meg is érdemli, hogy becsben tartsák a filozófusok, és hogy szorgalmasan műveljék mindazok, akiket érdekel a matematika. Mert ez a diszciplína, a mechanika alapján foglalkozik a természet titkaival és az anyag elemi összetételével a kozmoszban. Vizsgálja a testeket nyugalmi helyzetükben, természetes törekvésükben* és egyáltalán helyváltoztatásukban. Nemcsak a mozgás okait deríti ki, hanem eszközöket is konstruál, amelyekkel eléri, hogy a testek *természetük ellenére* megváltoztassák helyzetüket, azaz: elhagyják *természetes helyüket*. Ebben a törekvésében a mechanika tudománya olyan elméletekre épít, amelyeket az anyag vizsgálatából vont el.”

„A *Hérón* iskolájához tartozó mechanikusok azt tanítják, hogy ez a tudomány elméleti és gyakorlati részből áll. Az elméleti rész magában foglalja a *geometriát*, *aritmetikát*, *asztronómiát* és *fizikát*; a gyakorlati rész viszont olyan ágakra oszlik, mint: *fémmegmunkálás*, *építészet*, *ácsmesterség*, *festés*, valamint azok a kézműves tevékenységek, amelyek ezekkel a mesterségekkel kapcsolatosak. Az, aki gyermekkorától fogva alaposan megismerte az előbb felsorolt elméleti diszciplínákat, ügyességre tett szert az éppen megnevezett gyakorlati tevékenységekben és gyors felfogású ember, az ilyen — úgy mondják — kitalál majd mechanikai szerkezeteket, és ügyes ezermester lesz. Minthogy azonban általában nem könnyű egy embernek annyi matematikai diszciplínát elsajátítani, és hozzá megtanulni még az említett kézműves mesterségeket is,

* Utalás arra, hogy az arisztotelészi elmélet szerint a testek *keresik természetes helyüket*. Gondoljunk e fejtegetés olvasása közben mind erre az elméletre, mind pedig a *Sziszüphosz-mítoszra*.

azt ajánlják, hogy az, aki mechanikus munkát akar kifejezni, azt a mesterséget gyakorolja, amelyet legjobban meg tudott tanulni, és ennek a céljaira specializálja magát.”

Szákítsuk itt félbe egy pillanatra *Papposz* gondolatmenetének az ismertetését, hogy megjegyezzük: ebből is látható, hogy az ókori rab-szolgatartó görög társadalom korántsem utasított el feltétel nélkül minden kézművesmunkát. Éppen ellenkezőleg: a legelőkelőbb elméleti diszciplínákkal együtt (*geometria, aritmetika, asztronómia* stb.) sorolt fel az imént több kézművesmesterséget. Szinte azt mondhatnánk: az, aki így állította egymás mellé a kettőt, tudta, hogy elmélet és gyakorlat kölcsönösen egymásra vannak utalva, egyik sem lehet meg a másik nélkül. — Ezt azért lesz érdemes itt, közbevetőleg kiemelni, mert — mint majd látni fogjuk — ugyanennek a gondolatmenetnek a folytatásában fölbukkan egy olyan motívum is, amely szinte *homlokegyenest ellentmond* annak, amit éppen kiemeltem. (Miért *nem* tartotta érdemesnek *Arkhimédész* mechanikai találmányait arra, hogy részletesen le is írja őket?) Nem szabad tehát megfedkezniünk arról, hogy a munkával szemben tanúsított ókori felfogás nagyon is *ellentmondásos* volt.

„A legfontosabb mechanikai diszciplínák a gyakorlati felhasználás szempontjából — folytatja *Papposz* a félbeszakított gondolatmenetet — a következők.” Majd felsorolja a géptervezők öt különböző csoportját.

1. Rögtön az első helyen olyasmit említ, ami mellett nem mehetünk el szó nélkül. Azt írja ugyanis: „A régiek mint mechanikusokat emlegetik a *manganariusokat*. Ezek gépeik segítségével kis erővel is felülmúlják nagy súlyok természetes törekvéseit, és a magasba emelik őket.”

A szöveg, amint látjuk, elég egyértelmű ahhoz, hogy a „*manganarius*” megjelölés olyan gépkonstruktort juttasson az olvasó eszébe, aki bizonyára *csigákkal* dolgozott. Ilyen szerkezetekkel mozgattak az ókoriak nagy súlyokat. (A közismert elbeszélés szerint már *Arkhimédész* kijelentette volna: „Adj nekem egy szilárd pontot — ti. a világmindenségben a Földön kívül —, és én kiemelem nyugalmi helyzetéből a Földet.”) Az idézett *Papposz*-szöveg magyarázata tehát aligha kétséges. De mégis érdemes lesz itt emlékeztetni arra, hogy a *manganon* eredetileg talán mégsem „csigát” jelent — bár a mai görögben *mangani* = „rokka”, „forgó kerék”. A klasszikus görög szótárak ugyanis — ókori lexikonokra hivatkozva — úgy magyarázzák ezt a kifejezést, mint „*bűvészmutatványoknál használt szerkezet*”. Valószínű tehát, hogy a *manganarius*

eredetileg nem egyszerűen „csigákkal dolgozó”, hanem „mindenféle bűvészmutatványra képes” gépész volt.

2. Második helyen azokat a konstruktőröket említi *Papposz*, akik *hadiszerszámokat* terveznek, pl. hajítógépeket (katapultákat), amelyek követ, vasat és egyebet messze hajítanak.

3. Vannak olyan másfajta gépszerkesztők, akik *emelőket* terveznek, amelyekkel a vizet nagy mélységekből könnyen felhozzák.

4. Negyedik helyre a *bámulatos szerkezetek* kitalálói kerülnek. „Ezek néha a levegő nyomását használják ki, amint erről pl. *Hérón Pneumatika* című munkájában olvasunk. Máskor viszont kötelekkel, drótokkal dolgoznak — így utánozzák az élő. Többet ír erről *Hérón Automaták és Egyensúlyozás* című munkáiban — mondja *Papposz*. De szó van ilyesmiről *Arkhimédésznek* az *Úszó testekről* írt munkájában is.” (Egészítsük ki ezt — legalább zárójelben — azzal a megjegyzéssel, hogy *Hérón Automaták* című munkája csakugyan megtanít egy egész bábszínház készítésének a technikájára, és elmondja azt is: hogyan lehet az ilyesmi-ben bábokkal előadatni drámai jeleneteket. Viszont *Hérón* másik munkájából, az *Egyensúlyozás* címűből kereken semmi sem maradt ránk.)

5. Végül utolsó helyen említi szövegünk a *planetáriumkészítőket*, akik gömbjeikkel az égitestek mozgását utánozzák.

Hozzátesz *Papposz* ehhez a gondolatmenethez előbb egy rövid visszapillantást a legnagyobb mechanikusra, *Arkhimédészre*, majd pedig ezt követően egy elvi állásfoglalást abban a kérdésben: hogyan viszonyul a matematika a mechanika gyakorlati tevékenységeihez.

„Azt mondják, hogy a szirakuzai *Arkhimédész* fölényes tudással kezelte mindazoknak a diszciplínáknak az elveit és elméletét, amelyeket az imént felsoroltam. Emberemlékezet óta mind a mai napig ő volt a legnagyobb és legsokoldalúbb tehetség mindebben — ahogy a matematikus *Geminosz* beszél róla egyik értekezésében, amelyet a matematika részdiszciplínáinak egymáshoz való viszonyáról írt. Az antiokhiai *Karposz** azonban egy alkalommal azt mondja, hogy a szirakuzai *Arkhimédész* csak egyetlenegy mechanikai tárgyú könyvet írt a gömbkészítésről,** a többi mechanikai diszciplínát nem tartotta érdemesnek

* Szinte semmit sem tudunk róla; csak fölteesszük, hogy időszámításunk 1. vagy 2. századában élt.

** A „gömb” ezúttal tulajdonképpen „éggömb”, és így a „gömbkészítés” = *planetáriumkészítés*.

arra, hogy írjon róla. — Nos, ez a bámulatos és gazdagon megáldott tehetség, akinek híre fennmarad, amíg ember lesz a Földön, a mechanikában is rendkívülit alkotott. Leginkább azonban mégis azokkal a műveivel törődött, amelyek a geometria és az aritmetika legfontosabb kérdéseivel foglalkoznak, méghozzá ezek között is főként azokkal, amelyeket sokszor kevésbé fontosnak tartanak. Nyilván annyira igénybe vették érdeklődését ezek a területek, hogy ezeken kívül semmit sem engedhetett már meg magának.”

„*Karposz* azonban és a többiek a geometriát mint a gyakorlati tevékenység *alapját* használták föl, és ezt jól is tették. Mert a geometriának semmi kára sem származik ebből a társulásból, ha ti. segíti a sokféle gyakorlati tevékenységet. Hiszen a geometria úgyszólván szülőanyja mindennek... a géptervezésnek, az építésnek, a geodéziának, az órákészítésnek,* a mechanikának, és a színpadi díszletszerelés technikájának. Nyilvánvaló, hogy a geometria előmozdítja ezeket a kézművesmesterségeket, és megfordítva: ezek pedig becsületére válnak a geometriának.”

„Ez hát a lényege a mechanikának — ami egyszerre tudomány is, meg kézművesmesterség is —, és azokra a szakterületekre oszlik, amelyeket az előbb felsoroltam.”

„Most pedig úgy gondolom, helyénvaló lesz, ha megemlítem — rövidebben, világosabban és tömörebben, mint elődeim tették — azokat a legfontosabb tételeket *a nehéz testek mozgásáról*, amelyeket a régi szerzők geometriai (azaz: matematikai) módszerekkel bizonyítanak, és ha kiegészítem ezeket olyan tételekkel is, amelyeket magam találtam. Példaként megemlítek itt hármat:**

„1. Ha valamely adott súlyt (tömeget) adott erő mozgat a horizontális síkban, keressük meg azt az erőt, amely ugyanezt *adott* hajlásszögű lejtőn mozgatja.*** Hasznos ez a tétel az olyan mechanikusok számára, akik súlyemelő gépeket szerkesztenek. Mert ha emberi erőt adunk az

* Görögül: *horologium*; jelenti mind a *napórák*, mind pedig a mechanikai, elsősorban *víziórák* készítését.

** Jellemző *Papposz* szerénységére, hogy a következő három példa közül egyik sem az ő sajátja.

*** Más összefüggésben (*Coll. mat.* VIII 9) *Papposz* ezt a tételt csakugyan levezeti. Minthogy azonban az ókorban nem használták még a mi szögfüggvényeinket ($\sin$, $\cos$ stb.), az ő levezetése a mainál kissé bonyolultabb.

előbbi tétel szerint kiszámított erőhöz, biztosak lehetünk felőle, hogy a kérdéses súlyt föl tudjuk emeltetni.

2. Hogyan iktatunk két adott egyenes szakasz közé két középarányost? Ennek a tételnek a segítségével bármely adott szilárd test bármilyen arányban növelhető vagy kisebbíthető.

3. Ha adva van egy kerék ismert számú fogakkal, megkeresni annak a másik, ugyancsak ismert számú fogakkal ellátott keréknek az átmérőjét, amely összeilleszthető az előbbivel. — Általában is hasznos ez a tétel, de egyenesen nélkülözhetetlen akkor, ha fogaskerékkel működő gépeket szerkesztünk.

„Mindezeket a tételeket tárgyalni fogom, ha sorra kerülnek majd, egyéb olyan tételekkel együtt, amelyek hasznosak az ezermester és a mechanikus számára. De most előrebocsátok itt még néhány szót a *súlypontról*.

Nem beszélünk itt most arról, hogy mi a »nehéz«, és mi a »könnyű«, meg hogy mi az oka a testek *lefelé* vagy *fölfelé* mozgásának, és hogy egyáltalán mit jelentenek az olyan fogalmak, mint »lent« vagy »fönt«. Megtaláljuk mindezeknek a tárgyalását Ptolemaiosznál a *Matematika* című munkában. Nézzük meg inkább azt: Mit értünk azon, hogy »valamely adott testnek a *súlypontja*«? Ez ugyanis alapvető fogalom, és ettől függ a mechanika elméletének sok egyéb része. Véleményem szerint könnyebben tisztázhatók ennek a tudományágnak egyéb tételei, ha tisztában vagyunk a *súlypont* fogalmával. Ezt hát így definiáljuk: *Súlypontja* valamely adott testnek az a pont, amelyre érvényes ez: *ha ennél a pontjánál fogva függesztjük föl a kérdéses testet, megmarad eredeti helyzetében, egyik irányba sem fordul el.*»

* Meg kell tehát találnunk adott a és b szakasz között azt az x és y szakaszt, amelyekre érvényes: $a : x = x : y = y : b$. Minthogy ez az áttekintés legfeljebb csak érinti az antik matematika történetét, nem tárgyaljuk itt a *körző és vonalzó problémáját* sem. Csak annyit jegyziünk meg, hogy az említett feladat nem oldható meg körzővel és vonalzóval. A feladat az 5. században úgy merült fel, mint a kocka megduplázásának kérdése. Ez volt az ún. *déloszi probléma*: Mennyivel legyen nagyobb Apollón kocka alakú oltárának az éle, ha azt akarjuk, hogy az új oltár éppen kétszerese legyen a réginek?

(A.) 7. Az alkalmazott tudomány

Hogy milyen, viszonylag magas fejlettségi fokon állhattak a *technológia* különböző ágai, azaz más szóval: hogy milyen módszerek és eszközök segítségével dolgozták föl az ókoriak a nyersanyagot használati tárggyakká, arra abból is következtethetünk, hogy ismerték — legalább empirikusan — a különböző anyagokat és tulajdonságaikat, alkalmaztak bizonyos mechanikai, kémiai, kohászati és műszaki eljárásokat. A hajóépítőnek pl. ismernie kellett a hidrosztatikát, a kelmefestőnek bizonyos kémiai törvényeket, a hídépítőnek tisztában kellett lennie a sztatika és mechanika alaptörvényeivel. — Más kérdés az, hogy ismerték-e ezeknek az empirikusan alkalmazott törvényeknek a tudományos megfogalmazását.

Kevés olyan forrás maradt ránk, amely rendszeresen tárgyalna technológiai kérdéseket. Gyakrabban találkozunk az antik irodalomban — bár rendszertelenül és elszórtan — olyan esetleges utalásokkal, amelyek némi fényt vetnek ilyen természetű kérdésekre. Rendelkezésünkre állnak a görög mechanikusok részben fennmaradt írásai, a hadászati szakírók, a latin nyelvűek közül *Vitruvius*, *Frontinus*, valamint *Plinius Naturalis historiájának* egy-egy részlete, azonkívül néhány szakkönyv a földművelésről, földméréstől (*agrimensura*), meg egy-két kémiai eljárást ismertető gyakorlati utasítás. De legtöbb erre vonatkozó tudásunkat mégis konkrétan magukból a régészeti leletekből merítjük.

Az itt következő leírást és elbeszélést, amely némi képet ad a legnagyobb ókori matematikusnak és mérnöknek, *Arkhimédésznek* a technológiához való viszonyáról, *Plutarkhosz Párhuzamos életrajzaiban* találjuk. A khaironeiai *Plutarkhosz* i. sz. 46–120 között élt. Az alább idézendő részlet *M. Claudius Marcellus* római consul életrajzából származik (*Plut., Marcellus* 14–17), aki i. e. 212-ben — a második pun háború során — háromévi ostrom után bevette Szirakuzát.

„*Marcellus* ostrom alá vette Szirakuzát egyszerre a szárazföld és a tenger felől. A szárazföldi sereget *Appius* vezette; ő maga, *Marcellus* a flotta parancsnoka volt, amely 60 ötsorevezős hajóból állt és tele volt hajítófegyverekkel fölszerelt katonasággal. Azonkívül *Marcellus* összekapcsoltatott 8 hadihajót és erre fölszereltetett egy hatalmas ostromgépet, ezzel közelítette meg a város falát a tenger felől. Úgy gondolta, hogy nem maradhat el a hatása ennek az óriási arányú technikai fölkészülésnek, meg az ő személyes hírének sem.”

Ezen a ponton *Plutarkhosz* félbeszakítja az elbeszélést, hogy közbe-

iktasson egy számunkra rendkívül érdekes kitérést, amely azt ecseteli: Hogyan került sor már jóval az ostrom előtt arra, hogy *Arkhimédész* felszerelje Szirakuzát a *Marcellusénál* még hatásosabb hadigépekkel: — Igazában annak a tyrannosznak, *Hierón*nak köszönhető ez, aki ekkor már nem is élt. (*Hierón* i. e. 216-ban halt meg.) Mert ő vette rá *Arkhimédész*t azoknak a hadigépeknek az építésére, amelyeknek Szirakuza most, az ostrom alatt vette igazán hasznát. — *Plutarkhosz* közbeiktatott kitérése a következő pontokból áll:

a) A gépszerkesztés *Arkhimédész* életművében csak mellékes, alárendelt szerepet játszott; erre őt tulajdonképpen *Hierón* vette rá.

b) A korábbi matematikusok, mint pl. a 4. századi *Eudoxosz* és a valamivel korábbi *Arkhytasz*, alkalmaztak mechanikai módszereket még a matematikai levezetésben és bizonyításban is. De *Platón* (427–347) ez ellen az eljárás ellen foglalt állást. Ezért rekesztették ki a későbbiek a mechanikát a matematikából.

c) *Arkhimédész* azonban egyszer arról írt *Hierón*nak, milyen nagy dologra volna képes ő a mechanika segítségével. *Hierón* kívánságára ezt hamarosan konkrétan is illusztrálta. Így került sor *Arkhimédész* bámulatos mutatóványára a hatalmas kereskedelmi hajóval, majd a hadigépek szerkesztésére. — Lássuk ezek után közelebbről magát *Plutarkhoszt*.

„De *Marcellus* minden próbálkozása eltörpült *Arkhimédész* és az ő gépei mellett. Pedig ő *nem* szentelte erre minden erejét, és nem is tartotta az ilyesmit komoly erőfeszítésre méltónak. Az ő számára mindez csak járulékos eleme volt a geometriának (azaz: a matematikának), és szórazótató játék, amióta engedett *Hierón* kérésének, aki rávette, hogy fordítsa figyelmét legalább részben az absztrakt fogalmakról az anyagi dolgokra, és alkalmazza valahogy a filozófiát az érezhető szükségletekre, hogy ezáltal evidenssé tegye ezt a közönséges értelem számára is.”

„Mert a most ünnepelt és annyiszor megcsodált mechanika kezdeményezői *Eudoxosz* és *Arkhytasz* voltak. Ők ékesítették föl a geometriát a mechanika rafináltságával; sőt olyan matematikai problémákra, amelyeket szavakkal és ábrákkal nem lehet illusztrálni,* ők igénybe vették a mechanikai illusztrálás segítségét, amely hozzáférhető az érzékszervek számára. Pl. annak a problémának a megoldására, hogy *két középará-*

* A nem éppen világos körülírás feltehetően utalás olyan feladatokra, konstrukciókra, amelyeket vagy *egyáltalán nem lehet*, vagy még csak nem sikerült megoldani „körzövel és vonalzóval”.

nyost iktassunk megadott szakaszok közé — ami nélkülözhetetlen sok geometriai szerkesztéshez —, ez a két matematikus mechanikai segéd-eszközökhöz folyamodott, ezzel hozta létre (másfajta görbék segítségével*) a két középarányost. — *Platón* azonban rossz néven vette ezt, és megneheztelt azokra, akik megrontják, beszenneyezik a tiszta geometriát. Hiszen a geometria ezáltal hátat fordít az absztrakt gondolat test nélküli fogalmainak, leszáll az érzékelés világába, közönséges, kézi munkával előállított dolgok segítségét veszi igénybe. — Ezért aztán a későbbiek kirekesztették a mechanikát a geometriából (azaz: a matematikából); a filozófusok sokáig nem is vettek tudomást róla, hanem a hadászat egyik ágának minősítették.”

„*Arkhimédész* azonban egyszer azt írta *Hierón* királynak, aki rokona és barátja volt, hogy bármely adott erővel bármilyen nagy súlyt ki lehet moz-dítani a helyéből. Sőt, azt mondják, odáig merészkedett, hogy kijelen-tette: ha volna egy másik világ, és ő elmehetne oda, onnan ő ezt a mi egész világunkat ki tudná moz-dítani a helyéből. *Hierón* elcsodálkozott ezen, és arra kérte: hajtsa végre javaslatát, mutasson neki valami nagy súlyt, amit ő olyan kis erővel meg tud moz-dítani. *Arkhimédész* erre kivá-lasztott a királyi flottából egy háromárbcos kereskedelmi hajót, amelyet előzőleg sok ember nagy erőfeszítéssel partra vonszolt. Miután kiszállt belőle a sok utas, és kirakták a szokásos szállítmányt is, elhelyezkedett ő maga, *Arkhimédész*, egy bizonyos távolságra ettől a hajótól. Majd min-den nagyobb erőfeszítés nélkül, kényelmesen ülve, kezével könnyedén mozgásba hozott egy csigákból álló szerkezetet, a hajó pedig simán, egyenletesen — mintha a tenger vizén siklanék — megindult feléje. — El-bámult ezen a király, és belátván, hogy mire képes ez a tudás, rávette *Arkhimédészt*, szerkesszen számára védő és támadó hadigépeket, amiket fölhasználhat, bármilyen háború, ostrom esetén. Ennek ugyan *Hierón* maga nem vette hasznát, mert életének nagyobb részét békében töltötte; de mind a gépek maguk, mind készítőjük rendelkezésére állt Sziraku-zának most, amikor ostromra került sor.”

E kitérő után *Plutarkhosz* így folytatja elbeszélését: „Rémület fogta el Szirakuza lakóit, amikor a rómaiak szárazon és vízen megindították az ostromot, azt hitték, semmi sem állhat ellent a nagy erővel elkezdett dü-hös támadásnak.”

* Utalás azokra a görbékre, amelyeket a kocka megduplázásának és a szögharmadolás-nak nem klasszikus megoldásai során használtak.

„*Arkhimédész* azonban ekkor működésbe hozta gépeit, amelyek középort zúdítottak a szárazföld felől támadókra: hatalmas sziklák iszonyú robajjal és félelmetes sebességgel zuhantak rájuk. Nem volt menekvés a magasból záporként hulló kő, vas meg szikla elől; jaj volt annak, akit ezek közül egy is eltalált; hullott az ember és összezavarodtak a támadók sorai. Ugyanakkor a másik oldalon hirtelen hatalmas gerendák nyúltak ki a magasban a falak felől a hajók fölé, óriási sziklákat dobáltak rájuk, így süllyesztve el őket a mélyben. Másutt meg vaskapcsok, mint óriás darucsőrök, ereszkedtek le a magasból, megragadták egy-egy hajónak az orrát, fölemelték a levegőbe, míg a tat bele nem merült a vízbe, így süllyesztették el a hajót. Némely hajót viszont megfordítottak, befelé húztak a városból kezelt hadigépek, és a falak alatt a meredek sziklához csapva tették tönkre az ilyet. Nagy kárt tettek ezek a gépek a hajók legénységében is, amely a hajóroncsokkal együtt tömegesen pusztult. Többször előfordult az is, hogy ezek az emelődaruk egy-egy hajót egészen kiemeltek a vízből: fenn a levegőben himbálózott jobbra-balra, forgott a gálya — rossz volt látni; hullott ki belőle az ember, végül a hajó üresen hozzávágódott a sziklához, vagy a város falához, úgy ment tönkre. Némelyik meg, amikor újra szétnyíltak a vaskapcsok, tehetetlenül zuhant le a mélybe.”

„Az a hadigép meg, amelyet *Marcellus* az egymáshoz kapcsolt hajókra szereltetett — *sambuca* (hárfa) volt ennek a neve, mert a formája valamiképpen erre a hangszerre emlékeztetett —, ez hát még csak távolabbról közeledett a város falai felé, amikor hirtelen eltalálta egy hatalmas, mintegy 10 talentum súlyú* szikla, aztán egy második, majd egy harmadik. . . A nagy puffanások és a hirtelen felcsapó hullámok megrendítették a *sambucát*, az anyahajókat összetartó kötélekek is lazulni kezdtek. — Magát *Marcellust* annyira meglepte ez a váratlan fogadtatás, hogy azonnal parancsot adott a gyors visszavonulásra szárazon és vízen.”

„A haditanács aztán úgy döntött, hogy majd éjszaka, a sötétség leple alatt közelítik meg a várost. Mert úgy gondolták, a kötelek *Arkhimédész* gépein hatalmas lendületet adnak ugyan az elhajított lövegeknek, de hadd röpjöjenek ezek csak messze túl a fejük fölött, nem ártanak ezek nekik akkor, ha ők már a falak közelében, a holttéren belül vannak. Csakhogy hamarosan kiderült, hogy *Arkhimédész* jó előre fölkészült már erre is: egyformán voltak hosszú meg rövid hatósugarú hajítógépei; a falakon

* Kb. 350 — 370 kg.

meg sok apró, alig látható lőrés volt, ezeken keresztül »csíptek« a kis hatótávolságú, ún. »skorpiók«.

„Ahogy aztán abban a hiszemben közeledtek a falakhoz az ostromlók, hogy most majd nem veszik észre őket a várbeliek, megint jégeső módjára zúdult rájuk a nyíl meg a kő, de nemcsak felülről, a magasból, hanem a falak lőrésin át is. Megint csak vissza kellett vonulniuk. Sőt, most meg, ahogy távolabb kerültek a bástyáktól, és széjjelebb nyíltak soraik, egyszerre a messzehordó hadigépek is működésbe léptek, azok is újra elérték a menekülőket. — Sok ember elpusztult, sok hajó összeütközött anélkül, hogy az ellenséget még akár csak meg is közelítették volna. Mert a legtöbb gép, amit *Arkhimédész* épített, messze a falak mögött elrejtve állott. A rómaiak úgy érezhették, mintha az istenek ellen próbálták volna fölvenni a harcot, mert szinte nem is sejtették, honnan sújt le rájuk a csapás.”

„Maga *Marcellus* csak ügyel-bajjal, nagy nehezen úszta meg ép bőrrel. Keserű mosollyal kérdezte azoktól, akik az ő hadigépeit összeeszkábálták: »Hát tudunk-e még harcolni ez ellen a százkarú matematikus *Briareusz** ellen. Nyugodtan leül ez a tenger partjára és csúffá teszi hajóinkat, mint vödörket mártogatja őket a vízbe. Rosszabb ez még a csupakéz mesebeli óriásnál is, úgy összevissza dobál bennünket, hol jobbra-balra, hol meg előre-hátra.« — Az ostromlottak meg hozzá se nyúltak még kézifegyvereikhez, egyedül *Arkhimédész* gépei harcoltak helyettük.”

„A végén annyira félték már tőle a rómaiak: elég volt látniok, hogy megmozdul egy kötél vagy gerenda a falak fölött a magasban, elállt a lélegzetük is, úgy kérdezték magukban: »Csak nem kezdik már megint a játékot *Arkhimédész* gépei?« Ijedten húzódtak ilyenkor hátrább, vagy futottak még messzebbre. Ez bírta aztán *Marcellust* arra, hogy abba-hagyja a harcot és a támadást, tegyen inkább próbát az ostromzárral.”

Kiegészíti *Plutarkhosz* ezt az elbeszélést egy újabb rövid kitérővel arról a kérdésről, hogy miért is nem hagyott hátra *Arkhimédész* írásos munkát arról, hogyan konstruálta csodálatos gépeit. Nagyjából ugyanazt állítja *Plutarkhosz* is erről, mint amit a fentebb idézett Papposz-szöveg, amely az alig ismert *Karposzra* hivatkozott. (Valójában, persze, *Plutarkhosz* is elég későn, kb. 300 évvel *Arkhimédész* halála után írhatta azt, amit az imént idéztünk. Mégis érdemes lesz ideiktatni az alábbiakat.)

* A mitológia százkarú óriásának a neve, aki *Zeusz* és az olymoszi istenek mellé állva segített nekik legyőzni a lázadó titánokat.

„*Arkhimédész* azonban, ez a fennkölt szellem és gondolataiban mélyenjáró tudós, aki annyira gazdag volt a tudományos elméletben, jól lehet találmányainak köszönhetette nevét és szinte emberfölötti tudásának hírét, mégsem volt hajlandó arra, hogy ilyen tárgyú értekezést hagyjon hátra. Lenézett minden mechanikus munkát, mint közönséges kézművességet, és minden olyan tevékenységet, amely pusztán csak a hétköznapi szükségletek kielégítésére szolgál.”

„Az ő becsvágya kizárólag afelé törekedett, ahol a szép és a kiváló nem vegyül a szükségszerűvel. Mert ezek a magasabbrendű dolgok semmivel sem hasonlíthatók össze; bennük a tárgy versenyre kel a bizonyítással, az előbbi adja a nagyságot és a szépséget, az utóbbi pedig a pontosságot és a rendkívüli erőt. Mert senki a matematikában mélyebb és nehezebb kérdéseket nem tárgyalt egyszerűbb és tisztább formában, mint ő, *Arkhimédész*. Némelyek ezt a sikerét istenadta tehetségének tulajdonítják; mások úgy gondolják, hogy mindezt rengeteg munkával érte el. De bármit csinált is, úgy látszott, mintha minden erőfeszítés nélkül, könnyedén jutott volna el eredményeihez. Mert bár senki az ő matematikai bizonyításait magától ki nem találta volna; de ha valaki egyszer megtanulta ezt tőle, mindjárt az lett az érzése, hogy ezt bizony akár ő maga is kitalálhatta volna; annyira sima és könnyű az út, amelyen ő elvezeti olvasóját a kívánt eredményhez.”

„Ezért nem is hihetetlenek azok az anekdoták, amelyeket róla mesélnek. Azt mondják, olyan volt, mintha szakadatlanul egy szirénnek a bűvöletében élt volna: ételről-italról, minden törődésről magával lépten-nyomon megfeledkezett. Szinte erőszakkal kellett arra unszolni, hogy fürdőbe menjen, és utána hogy bekenje magát olajjal; de még ott is a hamuba geometriai ábrákat rajzolt, és az olajjal, ahelyett, hogy magára kente volna, vonalakat rajzolt, mintha magánkívül, boldog elragadtatásban állandóan a múzsák foglya lett volna. És jóllehet sok nagyszerű felfedezése volt, azt mondják, arra kérte rokonait és barátait: ha meghal és eltemetik, sírkövére egy hengert véssenek a beléírt gömbbel együtt, alatta pedig feliratként az álljon: mennyivel nagyobb a henger felülete és köbtartalma, mint a beléírt gömbé. Ez a bizonyítása tetszett neki a legjobban.”

[*Arkhimédésznek A gömbről és hengerről* írt munka I. könyvében a 34. tétel korolláriuma így hangzik: „A henger, amelynek alapja valamely gömb legnagyobb köre, és amelynek magassága a gömb átmérője, $\frac{3}{2}$ -e a

gömbnek, és felülete — az alap és fedőlap felületével együtt — $\frac{3}{2}e$ a gömb felületének.”]

Majdnem másfél évszázaddal később, *Arkhimédész* halála után, amikor a római szónok, *Cicero* Szicíliában volt quaestor, kereste Szirakuza közelében *Arkhimédész* sírját. Meg is találta nem messze az Akhradina nevű városrész kapujától sok egyéb elhanyagolt sír között. Benőtte már akkor ezt a sírkövet is a cserje és a bozót, de mégis ráismert *Ciceró* éppen a gömbről és a hengerről (*sphaerae figura et cylindri, Tusculanae disp. V 23*); megvolt még alatta az elmosódó felirat is, állítólag versben.

Egyébként *Cicerót*, úgy látszik, élénken érdekelte *Arkhimédész* más szempontból is. Két alkalommal is megemlékezik *Arkhimédész* planetáriumáról. (A fentebb említett *Marcellus* Szirakuza elfoglalása után ezt a planetáriumot mind hadizsákmányt Rómába vitette. *Ciceró* korában még megvolt.) Olyan modellje volt ez az égboltnak, amely feltüntette a Napot, a Holdat a bolygókkal — sőt talán a legfontosabb állócsillagokkal együtt. Persze, sokan készítettek ilyen álló gömb alakú csillagtérképet az égboltról mások is. Beszél ilyenről a hagyomány már a 6. századi *Anaximandrosszal* kapcsolatban. *Arkhimédész* planetáriuma azonban az égitestek mozgását is utánozta. Elmondja róla *Ciceró*, hogy amikor valaki ezt a konstrukciót egyetlen kézmozdulattal mozgásba hozta, látni lehetett rajta, hogyan követi a Hold a Napot az égen, hogyan tűnik el aztán a Föld árnyékában; meg azt is, hogy mi történik tulajdonképpen egy napfogyatkozás alkalmával. — Egy másik helyen *Ciceró* (*Tusculanae disp. I 63*) *Arkhimédésznek* ezt a modelljét magának a világ teremtményének a művével hasonlítja össze. Ahogy *Platón Timaios* című dialógusában olvassuk, hogy a „*démiurgosz*”^{*} mozgatja az egész világot az égitestekkel együtt, úgy mozgatta *Arkhimédész* a planetáriumon ezeknek az utánzatait.

Egyébként megtudjuk *Cicerótól* azt is (*De natura deor. II 88*), hogy az ő idősebb kortársa, *Poszeidóniosz* (i. e. 135—51) is készített egy ilyen, az *Arkhimédészéhez* hasonló planetáriumot.

^{*} A görög *démiurgosz* szó „kézművest” jelent. Így nevezi *Platón* a világ teremtményét, aki létrehozza az anyagban az örök ideák utánzatát. Már ez a megjelölés arra vall, hogy a kézművesmesterség mégsem lehetett olyan egyértelműen megvetett valami, mint sokan gondolnák.

(A.) 8. Hidrosztatika

A cseppfolyós anyagok sztatikájának, az ún. hidrosztatikának* a törvényeit az ókorban *Arkhimédész* fogalmazta meg a *Vízben lebegő (vagy úszó) testekről* írt munkája két könyvében. Az első könyv tételei lépésről lépésre vezetik el az olvasót a híres arkhimédészi elvhez: „Minden folyadékba mártott test annyit veszít a súlyából, amennyi az általa kiszorított folyadék súlya.” Fontos volt ennek az elvnek a megtalálása többek között azért is, mert ez tette lehetővé a „fajsúly” tudományosan pontos fogalmának a megalkotását, és ezzel együtt különböző anyagok fajsúlyának összehasonlító mérését. Mint mindjárt meglátjuk majd, *Vitruvius* mondja el egy hatásos történet keretében, hogyan jött rá *Arkhimédész* híres felfedezésére. De mielőtt ideiktatnánk az erről szóló elbeszélést, említsük meg: ahhoz, hogy legalább megközelítsék a „fajsúly” fogalmát, aligha volt szükségük az ókoriaknak *Arkhimédész* világosan fölismeret és pontosan megfogalmazott törvényére. Föltehetően egyszerűbb megfigyelés, kísérlet is elvezetett ehhez a gondolathoz. Erről tanúskodik *Vitruvius* alábbi rövid, de nagyon szemléletes megjegyzése (*De architectura* VII 8.3):

Töltsünk higanyt egy elég nagy edénybe, aztán tegyünk a higanyra egy kb. 100 font súlyú követ. Azt látjuk majd, hogy a kő a higany felületén marad, nem tudja súlyával kiszorítani, kinyomni vagy megosztani a folyadékot. De vegyük ki most ezt a nagy követ, és tegyünk a higany felületére egy kis tömeg színaranyat. Az arany nem marad meg a folyadék felületén, hanem lesüllyed a higanyon keresztül az edény fenekére. Ebből látható, hogy az anyag „súlya” (manapság inkább fajsúlyról beszélünk) nem az egész tömeg súlyától, hanem az anyag különleges természetétől függ — mondja *Vitruvius*.

Egy másik helyen *Vitruvius* (IX. Bevezetés 9–12) így mondja el *Arkhimédész* fölfedezését:

Jóllehet *Arkhimédész* sok és igen különféle fölfedezést tett, mégis úgy gondolom, hogy a következő, amelyről mindjárt beszámolok majd, hართatlan tehetségének, találékonyságának volt a következménye. — Miután *Hieron* Szirakuza uralkodója lett, elhatározta, hogy beváltja azt a fogadalmát, amelyet egykor régebben a halhatatlan isteneknek tett, és jól végzett dolgai emlékére aranykoszorút helyez el az egyik templomban.

* „*Hydór*” görögül: a víz.

Megalkudott hát az elkészíttetés árában, és pontosan kimérette a koszorúhoz szükséges aranyat a mesterembernek, akivel szerződött. Arra az időre, amelyben megállapodtak, a mester szállította is a király nagy örömeére a szépen kidolgozott munkát, amely úgy látszott, súlyban is hiánytalanul megfelel az átadott arany súlyának.

Később azonban azzal vádolták a mesterembert a király előtt, hogy az arany egy részét elsikkasztotta, és amikor kidolgozta remekművét, az elsikkasztott arany súlyának pontosan megfelelő mennyiségű ezüstöt rejtett el a koszorúban. *Hierón* mélyen bántotta a gondolat, hogy becsapták, de nem tudta, hogyan leplezze le a lopást. *Arkhimédész*hez fordult hát, nem tudná-e valamiképpen ellenőrizni a dolgot. *Arkhimédész* aztán éppen ezen törte a fejét, miközben fürdeni ment, és ahogy beletette lábát a kádba, észrevette: minél inkább belemerül teste a vízbe, annál több víz folyik ki a kádból. Ez mutatta meg neki az utat, hogyan oldja meg a kérdést. Ugrott ki a kádból, és magánkívül az örömtől, ruhátlanul szaladt haza, egyre ezt kiáltozva: *megtaláltam, megtaláltam!* (*Heuréka, heuréka* – mondta görögül.)

Ez volt az első lépés felfedezéséhez. Mondják, hogy ezután készített két, a koszorúval azonos súlyú tömböt, az egyiket aranyból, a másikat ezüsből. Majd megtöltött egy nagy edényt vízzel csordultig, és beletette az ezüstitömböt. Erre annyi víz folyt ki az edényből, amennyi megfelelt az ezüst térfogatának (tömegének). Ő pedig kivévén az ezüstöt az edényből, utánaöltötte a kifolyt víz mennyiségét; az utánaöltésnél olyan edényt használt, amelynek a segítségével pontosan meg tudta állapítani: mennyi vizet szorított ki első alkalommal az ezüst.

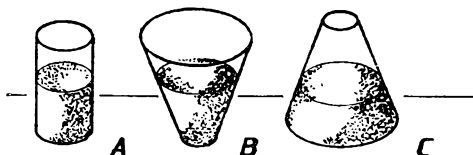
A kísérletnek ez után az első lépése után másodjára az aranytömböt merítette a vízzel csordultig megtöltött edénybe. Miután pedig kivette az aranyat, és most is megmérte a kifolyt víz mennyiségét, úgy találta, hogy ez most *kevesebb*, mint amennyi az ezüst vízbe merítésekor kifolyt az edényből, ti. annyival *kevesebb*, amennyivel az aranytömb, összehasonlítva a vele azonos súlyú ezüstitömbbel, mögötte marad az ezüst „tömegének”.* Végül ismét megtöltve az edényt színültig vízzel, harmadjára a *Hierón* számára készült koszorút merítette a vízbe; most meg azt tapasztalta, hogy ennek a koszorúnak a tömege *több* vizet szorított ki az edény-

* Az aranyak *nagyobb* a fajsúlya, mint az ezüsté, ezért *kisebb* tömeg kell belőle, hogy az ezüstével azonos súlyt adjon. (A lektor *Vekerdi László* helyes megjegyzése szerint az antik fizika tulajdonképpen nem ismerte még a mi „tömeg” fogalmunkat.)

ből, mint amennyit a koszorúval azonos súlyú színarany ki tudott szorítani. Tehát annak a ténynek az alapján, hogy a koszorú több vizet szorított ki az edényből, mint a vele azonos súlyú színarany, már ki is mutatta, hogy a koszorú anyaga *nem színarany*, valami más is van még hozzá ötvözve (ti. az aragnál kisebb fajsúlyú és ezért azonos súlyhoz több térfogatot igénylő ezüst). — Így mutatta ki *Arkhimédész* világosan és megcáfolhatatlanul a sikkasztás tényét.

*

Az a súlyvesztés, amelyet a folyadékba mártott test elszenved, a folyadék *felhajtóerejének* a következménye; erre az utóbbira azonban *Arkhimédésznek nincs szava*. (Éppen így nem volt ismeretes az ókorban az ún. *hidrosztatikai paradoxon* sem.)* De pusztán az a tény, hogy a „fel-



hajtóerőre” nem ismerünk ókori megjelölést, nem jelenti egyszersmind azt is, hogy az ókoriaknak ne tűnt volna föl ez a jelenség. *Arisztotelész* megmagyarázza pl. egy alkalommal (*Problemata* XXIII 13): miért *könnyebb* úszni a tengerben, mint a pataokban. — Azért, mert a tenger vize — mint sűrűbb közeg — jobban „alátámaszt bennünket alulról”, vagyis: mert a sűrűbb folyadéknak *nagyobb* a „felhajtóereje”.

Érdemes lesz itt kiegészítésként röviden megemlíteni még a *hidrodinamikát* is. Bár komoly eredményekről ezen a téren mindaddig nem lehetett szó, amíg nem ismerték alaposabban a szabadesés törvényét, és amíg nem jöttek rá arra, hogy valamely nyíláson kiömlő folyadék áramlási sebessége a nyílás fölött levő folyadékoszlop magasságának négyzetgyökétől függ. Ezekre a fölismerésekre pedig csak a 17. században került

* A „*hidrosztatikai paradoxon*” abból áll, hogy valamely folyadéknak a tartóedény fenekére gyakorolt nyomása kizárólag a folyadékoszlop magasságától függ, de független az edény alakjától. A mellékelt ábrán tehát az A, B és C edényekben a folyadék fenéknnyomása azonos.

sor. De megtalálható a nyoma az antik irodalomban is annak, hogy nagyjából tudták: minél magasabbról indul a folyadék, annál nagyobb az áramlási sebessége. Különösen fontos volt a hidrodinamika törvényeinek legalább empirikus ismerete az antik *vízvezeték-építés* szempontjából. Említsük meg itt legalább a nevét annak az ókori műszaki írónak, akinek munkáiban a legtöbb erre vonatkozó értesülést találjuk.

A római *Sextus Julius Frontinus* (kb. i. sz. 35–103) 70-ben *praetor urbanus* volt, 75-ben Britanniát igazgatta, 97-ben pedig mint a római vízvezetékek felügyelője működött. Két fennmaradt munkája közül az egyik, a *Strategemata* történeti anekdoták gyűjteménye; a másik viszont, amely számunkra ebben az összefüggésben fontosabb, *De aquis Urbis Romae*, két könyvben Róma vízellátását ismerteti, történeti és leíró szempontból egyaránt sok értékes adattal.

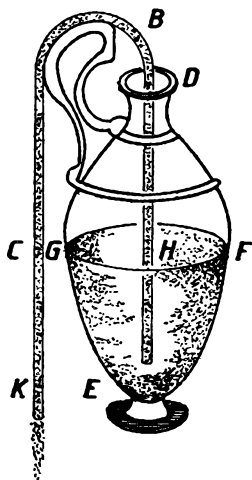
*

Mint ókori hidrodinamikai érdekességet mutatjuk be *Hérón*nak a melékelt ábrához fűzött magyarázatát (*Pneumatika* I 1, 2, 4). Bocsássuk előre, hogy a műszaki nyelv a *szifónt* ma is mint olyan fordított U alakú csövet tartja számon, amelynek egyik szára valamely folyadékot tartalmazó edénybe nyúlik, és amely alkalmas arra, hogy — a légnyomás hatására — a folyadéknak legalább egy részét az edényből egy másik, alacsonyabb szintű edénybe juttassa át. — Éppen egy ilyen szifónról beszél *Hérón*:

„Legyen *ABC* egy meghajlított szifón (vagy cső), amelynek *AB* szára az *ED* edényben levő vízbe nyúlik. Ha a víz felülete *FG*, akkor az *ABC* szifónnak a szára csak *H* pontig telik meg folyadékkal; a csőnek *HBC* része levegővel lesz tele. Ha ezután kiszívjuk a levegőt a szifónnak *HBC* betűkkel jelölt részéből, a folyadék megtölti a cső belsejét *C* pontig, minthogy vákuum nem lehetséges. Ha pedig a *C* pont vízszintesen egy vonalban van az edényben levő folyadék felületével, a szifón — jóllehet tele van — mégsem fogja kiengedni a vizet. Ily módon tehát, bár ellenkezik a víz természetével, hogy felemelkedjék a magasba, a folyadék mégis felkúszott, és megtöltötte a szifónnak egész, *ABC* betűkkel jelzett részét. A víz így is marad egyensúlyban. De ha a szifón külső szája alacsonyabban helyezkedik el, mint az edényen belül a folyadék *FG* felszíne — pl. ha a külső nyílás *K* pontnál van —, akkor a víz egyszerre folyni kezd a szifónból, mert a *KB* folyadékoszlop súlya nagyobb, és ez maga után húzza

a *HB* kisebb folyadékoszlopot is.* De a szifón működése csak addig tart, amíg a víz felszíne az edényen belül le nem süllyed a *K* pont magasságáig; ha ez bekövetkezett, megszűnik a kifolyás. Ha azt akarjuk, hogy az egész víztömeg eltávozzék az edényből, le kell nyomnunk a szifón egyik szárát az edény fenekéig, a másik, az edényen kívüli szár nyílását pedig alacsonyabb szinten kell tartanunk, mint az edény belső feneké.”

(Jegyezzük meg itt kiegészítésül, hogy *Hérón* maga az éppen ismertetett magyarázatnak azt a részét, amely a két folyadékoszlop súlykülönbsé-



gére hivatkozik, kétségbe vonja. Szerinte ez tévedés, ez a súlykülönbség *nem játszhatik szerepet* a szifón működésében. Állítását — amely lényegében helyes — kísérlettel is igazolja. Sőt mi több! Hivatkozik egy további, kiegészítő kísérletre: ha lyukat fúrunk a szifónnak azon a pontján, amely az ábra szerint legmagasabban helyezkedik el, a betóduló levegő egyszerre véget vet a szifón működésének: a víz a cső mindkét szárában azonnal visszasüllyed. Ez a kísérlet is „helyes” — ha szabad egyáltalán

* Figyeljük meg, hogy az ókori magyarázó kísérlet *nem az FG folyadékfelületre nehezedő légnyomással okolja meg a szifón működését* — ahogy ezt a klasszikus fizika teszi —, hanem megpróbál a „vákuumtörvényre” és a két folyadékoszlop (*HB* és *KB*) súlykülönbségére utalni.

ezt a szót alkalmaznunk bármilyen kísérletre. Mert ne felejtjük el, hogy minden kísérletet csak annak az *interpretációnak* a jegyében szabad és *lehet* megítélnünk, amelyet hozzá fűzünk. Az adott konkrét esetben pedig éppen a kísérlethez fűzött magyarázat, az interpretáció „félresikerült”. Mert *Hérón* a víz hirtelen visszasüllyedését a szifón mindkét szárában — ha lyukat fúrtunk a szifón legmagasabb pontján — a „vákuum lehetőségével” magyarázza, de *nem* beszél arról, amiről a klasszikus fizika szerint beszélnie kellene, ti. arról, hogy a lyukon betóduló levegő szorítja ki a folyadékot a cső mindkét szárából.

(A.) 9. Pneumatika

A fizikának ezt a fejezetét akkor kezdték írni, amikor először mondták ki, hogy a levegő éppen úgy *test*, mint az anyag szilárd vagy cseppfolyós megjelenési formája. Ez más szóval azt jelenti: mindenekelőtt föl kellett ismerniök, hogy a levegő is *helyet* foglal el. Valószínű, hogy megtették ezt már az i. e. 6. században a milétoszi bölcselek, vagy közülük legalább *Anaximenész*, aki az anyag mozgását, változását mint sűrűsödést és ritkulást fogta föl, és aki ebben a folyamatban első állomásának a levegőt, a légneműt tartotta.

A 4. századi *Arisztotelész* az egy századdal korábbi *Anaxagoras*ra hivatkozott egy olyan kísérlet említésével kapcsolatban, amely — ókori magyarázat szerint — a levegő testszerűségét bizonyította. — Egyébként arra, hogy a levegő *test*, megtaníthatták az embert a fújtatóval vagy a felfújt borostömlővel végzett mindennapos műveletek is. (De, persze, az a körülmény, hogy az ember empirikusan jól tud bánni a fújtatóval meg a borostömlővel, még nem bizonyító erejű adalék arra, hogy gondolkozott arról is, „mi a levegő”, vagy pláne, hogy ugyanakkor voltak már erre vonatkozó megállapításai.)

A hellenisztikus kor elején a találékony *Ktészipiosz* több olyan szerkezetet konstruált, amely a légnyomást vagy a levegő kiszívását használta föl. Hasonlóképpen több szellemes mutatót végzett ugyanezeknek az elveknek alapján a bizánci *Philón* és az alexandriai *Hérón*. A fennmaradt leírások több esetben lehetővé teszik ezeknek a mutatóknak és egyes szerkezeteknek a rekonstruálását is. Voltak ilyen természetű gyakorlati szempontból is jelentős találmányok, mint pl. a *víziorgona*, a *légnyomás-sal működő ostromgép*, a *vízipumpa* stb.

Az elmélet felől közelítette meg a levegő problémáját több ókori filozófus és természettudós. Ők azonban ezt, úgy látszik, mindig összekapcsolták a *vákuum* kérdésével. Azoknak a szerkezeteknek a működését is, amelyekre az imént utaltunk, mint látni fogjuk, a *horror vacui* elve alapján próbálták megmagyarázni. Nem sokra vezettek azok az ókori kísérletek, amelyeknek célja az volt, hogy megmérjék a levegő súlyát. Fogalmaink mind ezzel, mind pedig a levegő nyomásával kapcsolatban elég zavarosak voltak.

*

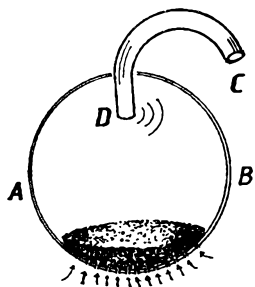
A levegő testszerűségét *Arisztotelész* (*Problemata* XVI 8) a *klepszidra* nevű szerkezettel kapcsolatban tárgyalja. Minthogy azonban leírása jóval kevésbé szemléletes, mint az, amit ugyanerről a tárgyról *Hérón* mond el, mi ebben az áttekintésben inkább az utóbbit követjük. A forrás tehát: *Hérón, Pneumatika* I 7.

Bocsássunk előre ezzel kapcsolatban két dolgot. 1. A *klepszidra* görög szó összetétel a *kleptein*, „lopni” igéből és a *hydór* „víz” jelentésű főnévből. Tehát a megjelölés magyarul kb. „vízlopó” lehetne. 2. Általában ezt a nevet az ún. *víziórára* használták. Ez ugyanúgy mérte az időt, mint a *homokóra*: bizonyos meghatározott időtartam kell ahhoz, hogy a homok leperegjen az egyik tartályból a másikba. (Néha még ma is használnak ilyen rövidebb időtartamot mérő homokórát, pl. a konyhában lágytojásfőzéskor.) Ugyanígy mérte az időtartamot a vízióra esetében az egyik tartályból a másikba átszivárgó vízmennyiség. — De az a *klepszidra*, amelyről itt szó lesz, *nem időtartamot mér*, hanem olyan egyszerűbb szerkezet, amellyel folyadékot lehet kimerni valamely nagyobb tartályból.

Hérón leírása szerint egy olyan, belül üres bronzgömb ez, amilyent a mellékelt ábra mutat: *AB*. A gömb alsó részén szitaszerűen sok apró lik van. Felül a meghajlított *CD* csövet forrasztották hozzá, amely közlekedik a gömb belső üregével. Ha mármost bort vagy egyéb folyadékot akarunk kimerni egy nagyobb edényből, megfogjuk ezt a szerkezetet felül a csónél, és belenyomjuk az egész gömböt a folyadékba. A bor vagy egyéb folyadék alul az apró likakon behatol a gömb belsejébe, a levegő pedig felül, a *CD* csövön keresztül eltávozik belőle. Miután megtelt a gömb folyadékkal, befogjuk hüvelykujjunkkal a cső nyílását *C*-nél, és az egészet kiemeljük. Biztosak lehetünk felőle, hogy amíg zárva tartjuk *C*-nél a nyílást, a folyadék nem tud kifolyni alul a gömb alsó likain. Miután ugyanis ujjunk

nem enged levegőt behatolni a csövön keresztül a gömb belsejébe, nem folyhat ki a benne levő folyadék sem. *mert ha ez megtörténnék, akkor vákuum keletkeznék a gömb belsejében, a természet pedig nem tűr vákuumot.**

Ha azt akarjuk, hogy kiürüljön a folyadék a klepszidra belsejéből, csak el kell mozdítanunk hüvelykujjunkat a *C* nyílástól, és már ömlik is ki alul a gömb tartalma, fölül a *C* nyílásnál pedig áramlik befelé a levegő,



hogyan elfoglalja a távozó folyadék helyét. Így akadályozza meg a természet azt, hogy vákuum keletkezzék a gömbön belül. De csak addig jön ki alul a gömb belsejéből a folyadék, amíg fönt el nem zárjuk hüvelykujjunkkal a *C* nyílást. Így meríthetünk ki akár forró, akár hideg folyadékot a klepszidra segítségével valamely nagyobb edényből.

Amint látjuk, ez a kísérlet — az antik interpretáció értelmében — csak a levegő testszerűségét és a *horror vacui* elvének az érvényesülését bizonyítja. A levegő éppen olyan *test*, mint a folyadék. A klepszidrában vagy levegő van, vagy folyadék; amikor az egyik behatol, akkor a másik kijön belőle. De nem merül föl e kísérlettel kapcsolatban sem a levegő, sem a folyadék *nyomásának* a gondolata.

Pedig más összefüggésben tudtak az ókoriak is arról, hogy a légneműnek éppen úgy *van nyomása*, mint a cseppfolyósnak vagy a szilárdnak. *Arisztotelész* pl. fölteszi egyszer a kérdést (*Problemata* XXV 1): Miért van

* Az a gondolat, hogy *csak a levegő szoríthatná ki a folyadékot a gömb belsejéből*, tulajdonképpen mégsem merül föl *Hérón*nál. Bár a *horror vacui* teóriája nagyjából egyenértékű azzal a magyarázattal, amit várnánk, a kísérlet antik interpretációját mégsem érezzük teljesnek.

áz, hogy az erősen fölfújtt tömlőben *megfájdulnak az ember tagjai*? Csak nem attól a *nyomástól* van ez, amit a levegő gyakorol rá? — A kissé bizonytalanul föltett kérdésre valamivel határozottabban felel a következő mondat: amiképpen a fölfújtt tömlőben levő levegő *nem enged*, ha nyomást gyakorolunk a tömlőre kívülről, úgy nyomja ez a levegő a tömlőbe zárt tagot is. — De az már nem jutott eszükbe, hogy ugyanez a nyomás érvényesülne a klepszidra működésével kapcsolatban is.

Még nehezebb volt az ókori gondolkozás számára a levegő *súlyának a kérdése*. Arisztotelész pl. (*De caelo* 311b6–10) azt fejtegeti, hogy a *földnek*, és mindannak, ami főként földből áll, természetesen *van súlya mindenütt*; a víznek is van súlya, *kivéve, ha a víz a földben van*; ebben az utóbbi esetben ti. a *víz*, mint a földnél könnyebb elem, a földben elveszíti a súlyát (?). Ugyanez érvényes a levegőre; a levegőnek *is van súlya* — *kivéve, ha olyan, nála nehezebb elemben helyezkedik el, mint a föld vagy a víz*. Minden elemnek legfeljebb *csak a maga természetes helyén van súlya* — mondja Arisztotelész —, *kivéve a tüzet*. — Nem folytatja ugyan tovább gondolatmenetét a *Sztagírta* ezen a helyen, de nyilvánvaló, hogy miért állítja a tüzről, hogy ennek *nincs súlya*: szerinte ugyanis a tűznek — mint a legkönnyebb elemnek — a legnagyobb magasságban van a „természetes helye”, és ezért nem is lehet súlya. — Ez az egész naiv, sőt számunkra szinte dilettáns gondolatmenet egyszerűen abból következett, hogy ebben az időben nem volt még meg a *tömegvonzás*, a *gravitáció* fogalma — úgy, ahogy ezt a newtoni fizika érti.

Még tovább fokozza ennek a számunkra különös gondolatmenetnek a tisztázatlanságát az, amit az Arisztotelész-kommentátor, *Szimplikiosz* ír (a *De caelo* 710.14–711.12 szövegrészhez kapcsolódva). Ő ugyanis arra emlékeztet, hogy *Ptolemaiosz* a *súlyokról* írt munkájában *Arisztotelész ellen foglalt állást*, és megpróbálta kimutatni, hogy sem a levegőnek, sem a víznek a maga „természetes helyén” *nincs súlya*. — Ezt a különös gondolatot pedig a víz esetére vonatkoztatva azzal próbálta igazolni *Ptolemaiosz*, hogy emlékeztetett rá: bármilyen mélyre süllyed is a bűvár a vízben, nem érzi a ráneheződő vízoszlop súlyát. De hát csakugyan így van ez? — kérdezi *Szimplikiosz*. Ő úgy gondolja, hogy ezzel az érveléssel szembeállíthatná valaki azt a megfigyelést, hogy a vízbe süllyedő bűvárt *minden oldalról* nyomja a folyadék, azért nem érzi a víz súlyát. (Szinte nem kellett volna egyebet tenniök, mint általánosítani ugyanezt a gondolatot a levegőre is.)

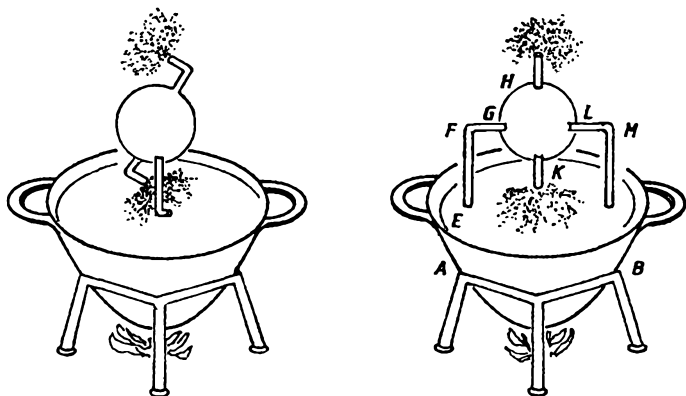
Egyébként semmi sem jellemzi jobban a zűrzavart ezekkel a problémákkal kapcsolatban, mint *Arisztotelész*nek itt következő kérdései, amelyek az ókorban tulajdonképpen válasz nélkül maradtak (*Problemata* XXV 13):

„Miért van az, hogy a fölfújt bőr úszik a vízen? Azért-e, mert a levegő fölfelé viszi? Amikor ugyanis a bőr üres, akkor lesüllyed a vízben, de amikor föl van fújva, akkor fönn marad a víz felületén. De hát ha csakugyan a levegő teszi könnyebbé és ez akadályozza meg a bőr lesüllyedését, nem mond-e ellent ez annak, hogy a fölfújt bőr mégiscsak nehezebb lett, hiszen miután fölfújtuk, több anyag van benne? * És most mégis a nehezebb test úszik a vízen, a könnyebb meg lesüllyedt benne?” (Akkor, persze, amikor ezt a problémát így megfogalmazták, nem ismerték még *Arkhimédész* törvényét a folyadékba mártott testről.)

*

Érdekes lesz kitérnünk itt — a légnyomás problémájáról szólva — a mi *gőzgépünk* antik ősére. Ezt is *Hérón Pneumatika* című munkájában találjuk (II 11). A következőkben a leírásnak csak a parafrázisát iktatjuk ide; egyben szemléletesebbé tesszük az egészet egy modern ábrával.

Töltsük meg félig vízzel az *AB* üstöt, amelyet hermetikusan zár a *CD* fedő. A fedőn keresztül közlekedik az üst belsejével az *EFG* meghajlított



* Az arisztotelészi elmélet szerint a fölfújt bőr a több levegőtől nem nehezebb, hanem könnyebb lett, mert hiszen a levegő könnyebb, mint a víz.

cső, amelynek másik vége a belül üres *HK* gömb belsejébe vezet. De az *EFG* cső összeillesztése a gömbbel nem túl szoros; a gömb forgatható a cső körül. A gömb túlsó oldalán, szemben az *EFG* csővel az *LM* meghajlított rúd hozzá van erősítve az üst *CD* fedeléhez; ennek a meghajlított rúdnak a másik vége, a *K* forgócsap a belül üres gömböt támasztja. A belül üres gömb *GK* vízszintes átmérőjére merőlegesen egy másik átmérő folytatása két, egymással ellentétes irányban meghajlított nyitott cső, ahogy ezt a másik, a jobb oldali ábra mutatja.

Ha mármost tüzet gyújtunk az üst alatt, egy idő múlva a víz az üstben forrni kezd, és gőz fejlődik. Az üstből a gőz az *EFG* csövön keresztül előbb megtölti a gömb belsejét, majd távozik ebből is a két, ellentétes irányban meghajlított csövön keresztül. Amint a második ábra mutatja, a gömb felső részén levő cső *balra* ereszti ki a távozó gőzt; ugyanakkor a gőz másik részét a lent levő nyitott cső *jobbfelé* irányítja. A távozó gőz azonban mind a két esetben *ellentétes irányban* gyakorol lökést a gömb belsejéből kivezető cső falára. Ettől a gömb egyre gyorsabb tempóban forogni kezd.

Csak mellékesen említjük meg itt, hogy e szerint az elv szerint működnek ma is *forgó gyeplocsolóink*.

*

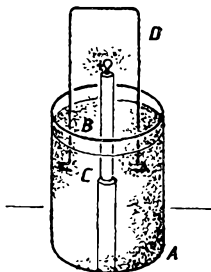
Végül pedig befejezzük ezt a pneumatikáról szóló részt egy olyan régi kísérletnek az ismertetésével, amely fényt vet arra is, hogyan kezelte az ókori tudomány az *égés* problémáját. A kísérlet leírását a byzantioni Philónnál találjuk. Közbevetőleg mondjuk itt el azt a keveset amit *Philón*ról tudunk.

Valószínűleg az időszámításunk előtti 3. században élt, és *Ktészipiosz* tanítványa lehetett. Részletes értekezést írt a mechanika különböző ágairól, különösen a hadviselés során használható gépekről. Munkájának egy része eredeti görög szövegben maradt ránk. A *Pneumatikának* az a része viszont, amely bennünket itt érdekel, csak egy ma már elveszett arab fordítás nyomán készült középkori latin változatban maradt fenn, valamint egy másik, teljesebb, arab fordításban. — Az itt következő parafrázis a latin fordítás nyomán készült.

A kísérlet, amelyet a kérdéses szöveg leír, az antik gondolatmenet szerint mindössze csak azt akarja igazolni, hogy *nincs vákuum*. — Álljon *A* edényben, amelyet megtöltöttünk vízzel, *B* gyertyatartó; ez az utóbbi a

víz színe fölé emelkedik. Helyezzünk a gyertyatartóra fölül égő gyertyát. Aztán borítsuk le *D* edénnyel az égő gyertyát oly módon, hogy *D* lefelé borított szája teljes egészében a víz felülete alá kerüljön. Ezzel ti. megakadályozzuk azt, hogy a *D* edénybe azonkívül is több levegő bhatoljon, ami már úgylis benne van. — Azt látjuk, hogy egy idő múlva a *D* edénnyel leborított gyertya elalszik, a víz szintje pedig a *D* edényen belül magasabbra emelkedik, mint amilyen magasan az edényen kívül áll.

Ennek oka az, hogy az égés az edényen belül a levegőt — pontosabban: *a levegő egy részét* (de ez már modern kiegészítés, a szöveg maga csak általában „levegőt” mond) — elhasználta, szétrombolta. Az égő tűz közelében ugyanis a levegő nem marad meg — mondja szövegünk —,



az égés mindig tönkretesz valamit a levegőből. Ez viszont azzal a következménnyel jár, hogy az elpusztult levegő helyén *vákuum keletkeznék* a *D* edényen belül. Minthogy a természet az így előálló űrt mással pótolni nem tudja, a víz emelkedik magasabbra, így tűnik el a vákuum.

A modern olvasónak, persze, rögtön föltűnik az is, hogy mi hiányzik a kísérletnek ebből az antik magyarázatából. *Először* is nincs szó arról, hogy a levegőnek az a része, amelyet az égés „elfogyasztott”, az *oxygén* volt; ezt a fogalmat az ókor még nem ismerte, ezt majd csak a *savak* vizsgálatával párhuzamosan teremti meg a modern kémia. *Másodszor* arról sem beszél *Philón* szövege, hogy az égés maga *oxidáció*. Ezt majd csak *A. L. Lavoisier*-nak (1743—1794) és kortársainak sikerül tisztázniok.

Nincs ugyan szó arról a „flogisztonelemlétről” sem, amit szintén *Lavoisier* korában cáfoltak meg végleg. Annyi azonban mindenesetre kitűnik az előbbi kísérlet leírásából, hogy az ókori tudomány az *égést* valami nagyon rejtélyes dolognak tartotta. Annál többet, mint hogy az „égés szétrombolja a levegőt”, nemigen mertek kimondani róla.

De iktassuk ide összehasonlításul azt, amit az antik orvos *Galénosz* (i. sz. 129–205) egy alkalommal az égésről megjegyzett. (Az alábbi idézet forrása : Kühn-kiadás IV 487–488):

„Azt tapasztaljuk, hogy a láng — éppen úgy, mint az élőlények — azonnal kialszik, szinte *megfullad*, ha elzárjuk tőle a levegőt. Ha pl. egy olyan mély tálat borítunk az égő láng fölé, amilyent az orvosok vérvétel-nél használnak, vagy valamilyen más szűk nyakú, belül üres edényt, és ezzel nem engedünk levegőt az égő tűzhöz, a láng csakhamar kialszik, mert úgyszólván »megfojtottuk«. *Ha mármost rájönnénk egyszer arra, hogy miért alszik ki ilyen esetekben a láng, akkor talán meg tudnánk magyarázni azt is, hogy mi az összefüggés az élőlények testmelege és légzésük között.*”

(A.) 10. A mágnesség

Ha a természettudományok kibontakozását vizsgálva kísérletet teszünk arra, hogy összehasonlítsuk az újkori, ún. *klasszikus fizika* néhány fejezetét az ókoriak rokon tárgyú ismereteivel, tudományos igényű magyarázatával, több ízben meglepődve tapasztaljuk, hogy a régi fogalmak néha mennyire megközelítik, szinte előkészítik a mi fogalmainkat, vagy hogy egy-egy esetben már az ókorban milyen közel jártak némely jelenségnek ahhoz a magyarázatához, amelyet mi manapság tudományosnak tartunk.

Bizonyos azonban, hogy van a mi *klasszikus fizikánknak* sok olyan területe, amelyet azért érdemes összevetni — történeti szempontból — az antikvitas hasonló tárgyú magyarázataival, mert éppen az összehasonlítás világít rá arra a távolságra, amely bennünket az ókortól elválaszt; így lesz némi képünk arról az útról is, amelyet a tudomány azóta megtett.

Vegyük pl. a *mágnesség* jelenségét. Bizonyos, hogy jól ismerték ezt az ókoriak. A név maga görög eredetű; *Magnészia* városának a neve rejlik benne. De azt mégse tudjuk már, hogy tulajdonképpen melyik *Magnészia* adta neki a nevét. Több ilyen nevű város van, és közülük legalább kettő számításba jöhetne mint lelőhely: a thesszáliai és a kis-ázsiai. (Sőt, *Plinius* egy *Magnész* nevű pásztort tart névadónak; legelőször az ő sarujának vasszegei tapadtak volna ehhez az ásványhoz valahol az Ida hegyén.) Egyébként nem *mágnés* volt az egyetlen görög

neve a szóban forgó fémes ásványnak. Az egyik Platón-hely — amelyről mindjárt szó lesz majd — *Euripidészt* említi, mint aki ezt a nevet használta a mágnesre; mások „*Hérakleia-kő*” néven szólnak ugyanerről — egy további lelőhely alapján. A latin név néha: *sideritis*.

Feltűnő az is, hogy mind a görög, mind a latin források *kőnek* (*lithos*, illetőleg *lapis*) és nem *vasnak* mondják a mágneset, bár tudják, hogy a kérdéses kő vasérc. Kiderül ez *Pliniusnak* egy hosszabb fejtegetéséből (*Nat. hist.* XXXIV 147).

Igazában csak annak a *természetes mágnesnek* az ókori ismeretéről beszélhetünk, amelynek modern jele: Fe_3O_4 . Arról, hogy *mesterséges* mágnes előállítható, úgy látszik, nem tudtak. Pedig jól ismerték ezt a jelenséget, amelynek alapján némi próbálkozással könnyen megtehették volna ezt is.

Az egyik legrégebbi forrás, amelyből kiderül a mágnes ismerete, az i. e. 4. századból *Platón Ión* című dialógusa (533 D–E). — *Szókratész* azt a kérdést akarja tisztázni: miféle tudás, mesterség vagy művészet a *Homéroszt* előadó rhapszodosz hatása a hallgatóközönségre. *Ion* ugyanis azt állította, hogy amikor a pódiumon az *Íliász* vagy az *Odysszeia* egy-egy részletét szavalja, nemcsak ő maga kerül *Homérosz* hatása alá — sír, kacag, haragszik, örül, reszket vagy fenyeget, ahogy éppen az előadott részlet hangulata megkívánja — hanem ehhez hasonló hatást vált ki a hallgatóságból is. — Ezt hasonlítja *Szókratész* a mágnes, a „*Hérakleia-kő*” hatásához, amely nemcsak magához rántja a vasgyűrűt, hanem ezt a különös tulajdonságát tovább is adja annak, amit magához vonzott. A mágnes hatókörébe került vasgyűrű további vastárgyakat ránt magához, hogy azok ugyanúgy mágnesessé legyenek, mint az első gyűrű, és ismét más tárgyakra tegyék ugyanazt a hatást, amit a mágnes gyakorolt a hozzá tapadt gyűrűre. Így néha egész hosszú lánc jön létre a mágnesből, gyűrűből és a sorban egymáshoz tapadó vastárgyakból.

Amint látjuk, a mágnesre emlékeztetés ebben az összefüggésben csak azt a gondolatot akarja megvilágítani: hogyan indul ki a megszállottság a Múzsától, és terjed a költőn meg az előadóművészen, a rhapszodoszon keresztül le az utolsó hallgatóig, a műélvezőig. [Említsük meg itt zárójelben talán azt is, hogy görögül „isten” = *theosz*, „istentől való megszállottság” pedig: *enthousziaszisz*, tehát ókori elképzelés szerint isten (*theosz*) van abban, aki *megszállott* = „*entheosz*”.] Arról, hogy ez a hely megpróbálna magyarázatot adni a jelenségre, tulajdonképpen nincs szó. Az összehasonlításban egyszerűen csak a megszállottság és a mágnes-

ség mint két, az egyik egyedről a másikra továbbterjedő hatás kerülnék párhuzamba.

Annyi mindenesetre kiderül ebből a Platón-szövegből: tudtak róla, hogy a mágnes által magához rántott vasdarab maga is úgy viselkedik, mint a mágnes: további vasdarabokat ránt magához. — De hát csakugyan nem kísérelték volna meg, hogy a szokásos egyszerű „mágnesezés-sel” tartósítsák a közönséges vasdarab pillanatnyi, a természetes mágnes hatása alatt jelentkező vonzóerejét? — Nem ismerünk olyan antik szöveget, amely a „mesterséges mágnes” lehetőségét egyáltalán megemlítené. Mintha beérték volna azzal a pusztá csodálkozással, amit a rejtélyes jelenség szemlélete kiváltott. Ezt mutatja a jóval későbbi *Augustinus* (*Szt. Ágoston*, 354—430) egyik hasonló elbeszélése.

Elmondja (*De civitate dei*, XXI 4), amit egyik „testvérétől és püspök-társától” hallott, aki látta egyszer, amint valaki mágnest tartott a kezében egy ezüstlap alatt. Az ezüstlapra fölül egy kis vasat tett. Majd ahogy ide-oda húzogatta a kezében levő mágnest az ezüstlap alatt, úgy csúszkált a vasdarab az ezüstlapon hol ide, hol amoda, folyton követve a mágnest. Nem gátolta tehát a mágnes hatását az ezüstlap közötté és a vasdarab között; ugyanakkor viszont mégsem hatott a mágnes magára az ezüstlapra.

Kiderül e rövid beszámolóból mindjárt az is, hogy mire használták a mágnest az ókorban? — Főként arra, hogy bámulatba ejtsék vele azokat, akik ilyent még nem láttak. *Lucretius* egy alkalommal (*De rerum natura* VI 1033) elmondja: látta egyszer, hogy a réztálcára helyezett vasreszelék *hogy ugrik a magasba, ha mágnessel közelednek hozzá a réztálca alatt*. — Ez a kissé elnagyolt, futólagos említés egyrészt valami ahhoz hasonló mutatóványról szólhat — ellenkező előjellel —, mint amilyenről az előbb *Augustinus*on keresztül hallottunk. Másrészt viszont ezúttal a mágnesnek *nem vonzó, hanem taszító hatásáról van szó*. Ez viszont rögtön fölébreszti bennünk a kíváncsi kérdést: Mit tudtak az ókoriak a *mágneses polaritásról*? — De sajnos, kíváncsiságunk kielégítetlen marad. A problémát éppen csak megemlíti *Lucretius*: „*fit quoque ut a lapide hoc ferri natura recedat*” („előfordul az is, hogy a vas természete menekül e kötől”). De ezen túlmenően semmit se mond a *vonzás és taszítás* összefüggéséről. Foglaljuk itt pontokba, mit tudtak és mit nem tudtak az ókorban a mágnességről.

1. Tudtak mindenekelőtt arról: hogyan hat a mágnes bizonyos nem-

mágneses, ún. *ferromagnetikus anyagokra*, mint a vas, a nikkell vagy a kobalt, bár a források ezek közül általában csak a vasat említik.

2. Azt, hogy vannak ún. *paramagnetikus anyagok* — mint pl. az alumínium vagy a króm — amelyekre a mágnes csak kisebb mértékben hat, nem emelik ki forrásaink.

3. A *diamagnetikus taszítást* csak a már említett formában ismerték.

4. Tisztában voltak azzal, hogy hat a mágnes olyan közegen át is, mint a víz, a réz vagy az ezüst.

5. Megfigyelték azt is, hogy minél közelebb kerül a vonzott vasdarab a mágneshez, annál jobban érvényesül az utóbbinak a hatása. A mágnesesség tehát valamiképpen összefügg a távolsággal, a két érintett tárgy között levő *térrel*. (Ez, persze, nem jelenti azt, mintha meglett volna az ókorban a „mágneses tér” fogalma — akár csak csírájában is.)

6. A mágnességre vonatkozó antik ismeretek *legnagyobb hiányosságát* abban láthatjuk, hogy nem jöttek rá arra, amit mi „*mágneses polaritás*” néven tartunk számon. Ez annál meglepőbb, mert — mint láttuk — észrevették nemcsak a mágneses *vonzást*, hanem a *taszítást* is. Innen pedig — a mi gondolkozásunk szerint — már csak egy lépés lett volna észrevenni azt, hogy egyrészt valamely rúd alakúra formált mágnes két végének két olyan ellentétes tulajdonsága van, amelyet mi *pozitív* (+), illetőleg *negatív* (–) jellel látunk el. *Másrészt* pedig rájöhettek volna valahogy arra is, hogy két mágnesrúd két-két megfelelő vége (+ +, illetőleg – –) kölcsönösen taszítja, de két-két ellentétes vége (tehát mind a két esetben + és –) vonzza egymást. Azt várnánk, hogy legyen valamilyen nyoma ennek a felismerésnek az antik szövegekben már csak az alábbi megfontolás alapján is.

Találunk *Pliniusnál* (*Nat. hist.* XXXVI 126–130) egy elég részletes kitérést a mágnesre, amelynek egyik szakasza osztályozás. Ez pedig így kezdődik: „A mágnes megkülönböztetésének első szempontja az, hogy *hímnemű-e vagy nőnemű*, a második pedig az, hogy milyen a színe.” — A modern olvasó rögtön fölfigyel ennek a megkülönböztetésnek az első szempontjára, és gyanakodva kérdi: „Vajon a *hímnemű és nőnemű mágnes* nem körülírás-e ugyanarra, amit mi *mágneses polaritáson* értünk? De aztán, ha továbbolvassuk a tudós *Pliniusnak* nem éppen ragyogó és nem is kristálytisztá logikával fölépített szövegét, csalódottan kell belátnunk, hogy a derék polihisztor ezekkel a különös terminusokkal aligha akart többet körülírni, mint az erősebb és a gyengébb mágneset.

7. Minthogy nem ismerték az ókoriak a *mágnese pólusait*, nem jöhettek

rá arra sem, hogy a középen szétvágott mágnesnek megint csak két pólusa lesz, bár vonzóereje jóval gyengébb, mint az eredetié volt; és hogy ily módon a sorozatos felezés elvezet — legalább elvben — a két-pólusú *elemi mágneshez*.

8. Nem ismerte az ókor a mágnességen alapuló iránytűt sem.

Érdemes lesz továbbá kiemelni azt is, hogy a legtöbb antik szerző még csak meg se próbálta, hogy magyarázatot adjon a mágnességre. Az egyetlen szóra érdemes magyarázó kísérlet az antik atomelméletből származik; megtalálható ez *Lucretius*nál a fentebb már említett helyen. Ezt is cáfolja azonban a híres orvos-író *Galénosz* (129–205), aki a „természetes vonzás és taszítás” kérdéséről szólva tért ki erre a problémára.

A démokritoszi-epikuroszi magyarázat szerint ugyanis a mágnesnek és az általa vonzott vasnak az atomjai — formájukat tekintve — rokonok egymással. Ezt valahogy úgy kell értenünk, hogy a kétféle anyag atomjai könnyen egymásba akaszkodó párok. Mind a két anyagból állandóan és tömegesen rajzanak ki atomok, *bár ezek talán mégse tudják végleg elhagyni azt a központi tömeget, amiből kirepültek*. (Ezt az utóbbi feltevést ugyan a kétféle szöveg, ti. *Lucretius* és *Galénosz* alapján inkább csak sejtjük, és nem állíthatjuk teljes bizonyossággal.) Ha mármost egy mágnes meg egy vasdarab közel kerülnek egymáshoz, akkor a kettőből kirajzó, de egymással rokon atomok összeakaszkodnak, vagy inkább: összeütköznek egymással, majd visszapattannak, és ez az, ami egymáshoz rántja a két tárgyat, a vasat meg a mágnest.

Nagyjából így számol be *Galénosz* („peri dynaméon physikón” I 14) a mágnesség epikuroszi magyarázatáról, majd így folytatja:

„Nem értem, hogyan fogadhatja el valaki ezt a magyarázatot. Mert még ha fel is tesszük, hogy csakugyan így van, akkor is, ezzel még nem magyaráztuk meg: miért van az, hogy a mágnessel érintkezésbe kerülő vasdarab maga is úgy viselkedik, mint a mágnes: további vasdarabokat ránt magához; majd ezek a vasdarabok ugyanúgy mágnessé lesznek egy darabig, amíg ti. érintkezésben vannak egymással meg a mágnessel. . . Én magam csakugyan láttam öt ilyen, sorban egymáshoz tapadó vasból készült íróvesszőt, amelyek közül csak az első volt közvetlen kapcsolatban a mágnessel, de rajta keresztül mégis a többi is mind mágnessé lett.”

Erre a kitérésre a természetes vonzás-taszítás problémája adott alkalmat *Galénosznak*. Ebben az összefüggésben említi meg azt is, hogy a megdörzsölt borostyánkő, az *elektron* némileg hasonlóan viselkedik,

mint a mágnes. Ez ti. nem a vasat, hanem a szecskát rántja magához. Ezzel a megfigyeléssel kezdődött az elektromosság elmélete, ha az ókorban nem is jutott még tovább a borostyánkő vonzásának a regisztrálásán.

Naiv, sőt szinte primitív *Epikurosz* mechanisztikus magyarázata a mágnességre. Joggal mutatott rá ennek a hiányosságára *Galénosz*. Ő maga azonban beírta pusztán a vonzás tényének a megállapításával.

Még ennél is kevesebb köze van a tudományos gondolkodáshoz annak, amit *Plinius* (*Nat. hist.* XXXVI 126–130) mond el a mágnesről: felengző lelkesedéssel beszél a természet eme csodájáról, amely kezét-lábat, sőt érzékelést adott a mágnesnek, hogy magához ölelje, szorítsa a vasat stb. stb. — Amellett információi helyenként megbízhatatlanok, félrevezetőek. Kijelenti pl. hogy „ethiópiai eredetű az a mágnes, amely más mágnest is vonz” (?). Majd gyógyszernek ajánlja a mágnest, különösen kenőcsbe, szemfájás ellen, vagy előbb megtüzesítve, majd porítva égési sebekre...

(B.) 1. Optika (A fény)

Több antik teória tett kísérletet arra, hogy megmagyarázza a fény mi-
benlétét. Közülük az egyik legfigyelemreméltóbb kétségtelenül a szicíliai *Empedoklész* (i. e. 494–434), amelyet *Arisztotelész* megpróbált nagyon határozottan cáfolni. Ha *Arisztotelész*nek azokból a szavaiból indulunk ki, amelyek hírt adnak erről az empedoklészi elméletről, könnyen az lehet a benyomásunk, mintha *Empedoklész* egyszerűen azt tanította volna: *a fény mozgás*. Ebben a megfogalmazásban a tétel majdnem úgy hangzik, mint a fény hullámelméletének legrégebb alakja.

De ha összehasonlítjuk ezzel azokat a párhuzamos ókori helyeket, amelyeket *Diels* a *Szókratész* előtti filozófusok töredékeinek gyűjteményében mindjárt a kérdéses *Arisztotelész*-szavak mellé állít (*Vorsokrater*, *Empedokles* A 57), sokkal valószínűbb, hogy *Empedoklész* *a fénylő testből kiinduló rendkívül finom anyagi részecskék nagy sebességgel történő mozgásáról beszélt*. E szerint az elmélet szerint tehát a fény nem egyszerűen csak *mozgás*, hanem egyfajta *korpuszkuláris mozgás*. Sőt, beszélt ez a meglepő magyarázat arról is, hogy *a fény mozgásához idő kell*. Mint forrásaink hírt adnak róla, *Empedoklész* ezt valahogy úgy fejezte ki: *van olyan időpont, amelyben a Földre érkező fény még az Ég és a Föld között van, és csak utána, egy későbbi időpontban ér a Földre*.

Érdekes az is, mivel próbálja cáfolni *Arisztotelész* ezt az elgondolást: „Ellentmond nemcsak a józan észnek, hanem a megfigyelt tényeknek is. Mert ha feltesszük is, hogy érzékszerveink nem volnának képesek hírt adni erről a mozgásról, arra gondolni, hogy ez a mozgás sehol a világon, kelettől nyugatig ne legyen érzékelhető — *ez már túl merész feltevés.*” — Azt a gondolatot, hogy mindenféle mozgáshoz — bármilyen nagy sebességgel történjék is — csakugyan *idő kell*, *Arisztotelész* egy másik alkalommal (*De sensu* 6,446a26—b3), megint éppen az empedoklészi fényelmélettel kapcsolatban, *nem vonja kétségbe*. Ő csak a fény = mozgás elméletet utasítja el.

Egyébként a fény rendkívül nagy sebessége az ókorban elég közismert gondolat volt. Elég erre két forrást említeni: *Lucretiust* és *Pliniust*. Az egyik (*De rerum natura* VI 195—204) arról beszél, hogy hamarabb látjuk néha a villámlást, és csak később halljuk a mennydörgést. Ha nagy távolságból figyeljük a favágót, az is föltűnhetik, hogy hamarabb látjuk fejszéjének csapásait, és csak később halljuk a fejsze csattogását. Így van ez a villámmal és a mennydörgéssel is: egyszerre keletkezik mind a kettő, de az egyiket mégis hamarabb, a másikat később érzékeljük. *Plinius* (*Nat. hist.* II 142) ugyanezt a megfigyelést azzal a konklúzióval zárja le: *nagyobb a fény sebessége, mint a hangé.*

Érdemes hangsúlyozni nemcsak ennek a kétfajta sebességnek az összehasonlítását — a fényét és a hangét —, hanem azt az alapvetőbb empedoklészi gondolatot is, amelyet *Arisztotelész* sem utasított el: *a fénymozgáshoz is idő kell*, a fény is csak egy bizonyos *idő alatt* tesz meg valamilyen utat — egyszerűen azért, mert nem maradhat itt említés nélkül az sem: mivé torzult ez a gondolat az ókori tradíció egy részében. — De mielőtt kitérnénk erre, fel kell itt hívnom a figyelmet arra: mi-ben különbözik az antik elmélet a *látásról* — vagy óvatosabb megfogalmazásban: *az antik tudomány egy részének a magyarázata a látásról*, a mi magyarázatunktól. Mi úgy gondoljuk: a látás azzal kezdődik, hogy a látott tárgyról fénysugarak érkeznek a szemünkbe. Voltak viszont antik magyarázók, akik úgy képzeltek, hogy szemünk bocsát ki „*látósugarakat*” és ezekkel mintegy körültagogatja a látott tárgyat. — Ha mármost a szem csak passzívan *befogadja* a tárgyról érkező fénysugarakat, akkor elég egyfajta fénysebességről beszélni. Feltehetően ugyanazzal a sebességgel érkezik a fény a tárgyról a szemünkbe, mint az égitestekről a Földre.

Némileg más a helyzet akkor, ha szemünk bocsátja ki a „*látósugara-*

kat”. Ezek vajon milyen sebességgel érik el a tárgyakat, amelyekre rápillantunk? — Erre a kérdésre felelnek *Héron* szavai a *Katoptrika* című munkából (Schmidt-kiadás 2):

„Hogy a szemünkből kiinduló látósugarak *végtelen sebességgel* mozognak, az kitűnik az alábbi megfontolásból. Ha behunyt szemünket az ég felé fordítjuk, majd kinyitjuk, *egyáltalán nem kell hozzá idő*, hogy szemünk látósugara elérék az eget. Azonnal látjuk a csillagokat, jóllehet ezeknek a távolsága tőlünk — azt mondhatjuk — *végtelen*. De még ha ennél nagyobb volna is a távolság, akkor is ez volna az eredmény. A szemünkből kiinduló látósugarak *végtelen sebességgel* haladnak. Nem szakadnak el, nem görbülnek meg és nem is törnek meg, hanem a legrövidebb úton haladnak, az egyenes vonalat követik”.

Az a józan és helyes gondolat tehát, amelyet *Empedoklész* kezdeményezett — és amelyet *Arisztotelész* is magáévá tett —, hogy ti. *minden mozgáshoz idő kell, bármilyen nagy sebességgel történik is*, a „látósugarakra” vonatkoztatva nem érvényesült. A sokat ígérő elmélet itt egyszerre alacsonyabb, primitívebb szintre süllyedt.

Ki kell azonban emelnünk ezzel az antik elmélettel kapcsolatban két figyelemre méltó tényre. Az *egyik* az, hogy bár a „látósugarak” gondolatát a klasszikus fizika természetesen elutasítja, mégis ez az elképzelés — mint majd látni fogjuk — kiindulópontja lett egy olyan *geometriai optikának*, amelyet minden további nélkül mi is magunkévá tudunk tenni. Jó példa ez arra, hogy valamely részben téves hipotézis alapja lehet helyes tudományos elméletnek is. — A *másik* tény, amelyre utalnunk kell, abból áll, hogy volt az ókorban a látásnak egy olyan elmélete is, amely a „látósugarak” helyett a tárgyból kiinduló és a szembe érkező sugarakkal operált. *Lucretius* IV. könyvében pl. azt olvassuk, hogy a látott dolgokról állandóan finom „képek” szakadnak le, ezek keltik szemünkbe jutva a látás érzetét. — Ez az utóbbi elgondolás nem sokban különbözik attól, amit az empedoklészi elmélet a fényről tanított. *Démokritosz* és *Epikurosz* ezen a vonalon *Empedoklész* elméletét építették tovább.

Egyébként a fény korpuszskuláris elmélete az ókorban, úgy látszik, elég elterjedt volt. Nemcsak az atomistáknál találkozunk velük. *Héron* pl. — aki pedig más összefüggésben, mint láttuk, „látósugarakról” beszélt — a *Pneumatikában* egy alkalommal szintén azt állítja (II 11), hogy a fény tulajdonképpen nagy sebességgel száguldó finom anyag. Az összefüggés pedig, amelyben erre kitér, a következő: Arról beszél, hogy a folyadék (pl. a víz) apró részecskéi nem tapadnak szorosan

egymáshoz; járatok, ún. „porosz”-ok vannak a részecskék között. Ha nem volnának ilyen járatok a vízben, a behatoló fénysugaraknak félre kellene lökniök a víz részecskéit, és a folyadék kicsordulna az edényből.

Említsük meg itt, hogy *Arisztotelész* (*De anima* II 7) a fénynek nemcsak azt a „korpuszkuláris mozgás”-elméletét utasította el, amelyet *Empedoklész* kezdeményezett, hanem azt a másikat is, amelyet *Platón* képviselt, aki ti. azt tanította, hogy a *fény* egyfajta *tűz* (*Timaiosz* 45 B).

*

De ha elfogulatlanul vizsgáljuk azt, amit az ókoriak „optika” néven tartottak számon, be kell látnunk, hogy a tudomány kibontakozása szempontjából tulajdonképpen lényegesebb volt az a *geometriai jellegű optika*, amely az eddig említett pusztán spekulatív jellegű elméletektől szinte függetlenül bontakozott ki. Ezt a másik optikát az *Euklidészt* magyarázó *Proklosz* (az i. sz. 5. században) nem is tartotta egyébnek, mint a geometria részdíszciplínájának. Felosztása szerint ez a tudományág három nagyobb önálló egységből áll. Az *első*, a szorosabb értelemben vett optika, a látással, a „látósugarakkal” és az általuk bezárt szögekkel foglalkozik; tárgyalja az ún. optikai csalódásokat is, pl. azt, hogy a párhuzamosok a távolban egymáshoz közeledni látszanak. — A *második* egység a „katoptrika”: a fényvisszaverődés, valamint a tükör elmélete. — A *harmadik* pedig a színházi díszletfestést, valamint a perspektíva elméletét mutatja be.

A legrégebbi görög *Optika* annak az *Euklidésznek* a művei között maradt ránk, aki mai tudásunk szerint leghíresebb művét, a geometria *Eleméit* Alexandriában i. e. 300 körül állította össze. Az euklidészi *Optika* maga két verzióban maradt fenn. A régebbi közvetlenül magától *Euklidésztől* származhatik. A másik viszont alighanem az alexandriai átdolgozása az i. sz. 4. század második feléből.

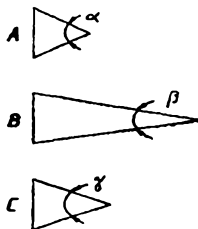
A mű maga *definíciókat* — vagy úgy is mondhatnánk: be nem bizonyított feltevéseket (*posztulátumokat*, *axiómákat*) — sorol fel előbb, ezeket bocsátja előre. Majd ezekből *tételeket* vezet le (bizonyít be) matematikai módszerrel.

Az alábbiakban bemutatunk itt e mű jellemzésére néhány definíciót, majd ezt követően egy pár tételt is — az utóbbiakat a hozzájuk fűzött bizonyítások *nélkül*.

Definíciók

„Legyen alapja kutatásainknak a föltevés:”

1. „hogy az egyenes vonalak (a látósugarak), amelyek a szemből kiindulnak, egyenes vonalak mentén haladnak, egymással szögeket zárva be.” [Megjegyzés: Az igazat megvallva, ennek az első definíciónak a fordítása *kétes*. Inkább csak elhisszük egy ókori iskolai feljegyzésnek, egy ún. *szkholion*nak, hogy erről van szó.]
2. „hogy a látósugarak által határolt test olyan *kúp*, amelynek *csúcsa* a szemben végződik, és amelynek *alapja a látott tárgy körvonalai*;”
3. „hogy azokat a dolgokat látjuk, amelyekre ráesnek a látósugarak, de nem látjuk azokat, amelyekre nem esnek látósugarak;”



4. „hogy a nagyobb szög alatt látott dolgok nagyobbnak, a kisebb szög alatt látottak pedig kisebbnek tűnnek föl; azok a dolgok viszont, amelyeket ugyanazon szög alatt látunk, egyenlőknek látszanak.” [Magyarázat: e definíció szerint tehát *A* test (lásd az ábrát) azért tűnik nagyobbnak, mint *B*, mert a két szélső látósugár által bezárt szög (α) nagyobb, mint β . Viszont *B* és *C* *egyenlőknek látszanak* — függetlenül reális méreteiktől —, ha a két látószög — β és γ — egyenlő.]
7. „hogy világosabban látjuk azokat a dolgokat, amelyeket több szög alatt láthatunk.”

Egészítsük ki ezeket a definíciókat még azzal, hogy *Euklidész* — és általában az ókoriak — elképzelése szerint a „látósugarak” *nem folytonosak*, tehát nincsenek abszolút közel egymáshoz, hanem egymástól bizonyos távolságra haladnak. Ezért mondja ki a definíciók után az értekezés *első tétele*, hogy sohasem láthatjuk egyszerre az egész tárgyat, amelyről úgy gondoljuk, hogy látjuk. — Akárhogy ítéljük is meg a következtetéseket olyan előfeltevésekből, amelyeket mi *téveseknek* tartunk, bizonyos, hogy ennek az optikának sok tételét ma is minden további nélkül magunkévá tehetjük. Hiszen lényegében igaza van *Euklidésznek*, a sugarak szöget

zárnak be egymással, és egyenes vonalúak, ha nem is a szemből indulnak ki, hanem megfordítva: a látott tárgyról érkeznek szemünkbe.

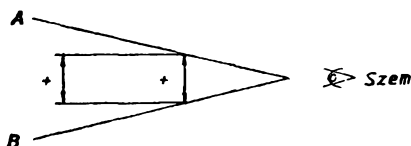
A tételek közül idézzük az alábbiakat:

2. tétel: „Egyenlő nagyságú tárgyak közül a közelebb levőket tisztábban látjuk.”

3. tétel: „Minden tárgy számára *van* olyan távolság, amelyből a tárgy már nem látható.”

Anélkül, hogy itt fordításban közölni akarnók azt az egész bizonyítást, amelyet *Euklidész* erre a tételre ad, érdemes lesz mégis vázolni az állítás megokolására adott gondolatmenetet.

Említettük fentebb, hogy *Euklidész* szerint a „látósugarak” *nem folytonosak*. Ezt azt állítást úgy kell értenünk, hogy a szemből kiinduló „látósugarak” között mindig találunk *két* olyant, amely szomszédos egymással, amely között tehát *nincs már egy harmadik* „látósugár”. Két ilyen szomszédos sugár szükségszerűen valamilyen kis szöget zár be egymással. Ha mármost valamilyen kis tárgyat elég közelről nézünk, elképzelhető, hogy az ilyent még érinti két, egymással szöget bezáró „látósugár”. Ezért ezt a tárgyat erről a távolságról *látjuk még*. De ha távolabbra visszük ugyanezt a tárgyat szemünktől, a két szomszédos „látósugár” nem tudja már érinteni, azaz a kérdéses tárgy kiesik látóterünkéből, nem látjuk többé. (Lásd a mellékelt ábrát.)



4. tétel: „Ugyanazon az egyenes vonalon elhelyezkedő egyenlő szakaszok közül a szemtől távolabb eső kisebbnek látszik.” (Mert a távolabb levőt kisebb szög alatt látjuk.)

5. tétel: „Egyenlő nagyságú tárgyak a szemtől különböző távolságra elhelyezve, nem látszanak egyenlőknek; a közelebb eső nagyobbak látszik.”

6. tétel: „Párhuzamos egyeneseknek a szemtől távolabb eső részei egymáshoz közeledni látszanak.” Stb., stb.

A későbbi tételek között találunk olyant is (45.), amely kimondja: „*Van* olyan közös pont, amelyről szemlélve nem egyenlő nagyságú

tárgyak egyenlő nagyoknak látszanak.” Egy másik meg (48.) éppen azt a feladatot tűzi ki: „Találjuk meg azokat a pontokat, amelyekről szemlélve valamely adott tárgy feleakkorának, negyedakkorának vagy egyáltalán valamely adott törtrésze nagyságúnak látszik.”

(B.) 2. Katoptrika

Nem maradhat ki az antik optikának e vázlatos áttekintéséből a tükrözés tan, a *katoptrika* sem. Maradt ránk egy ilyen tárgyú munka *Euklidész* neve alatt, de ez inkább a jóval későbbi alexandriai *Theón*nak a kompilációja lehet az i. sz. 4. század végéről. *Arkhimédész* írt ugyan erről is, de ez a műve elveszett. Legrégibb ilyen tárgyú értekezésünk az alexandriai *Hérón*ra megy vissza, de ennek sem maradt ránk a görög eredetije, csak egy 13. századi latin fordítás áll belőle a rendelkezésünkre. Írt ezekről a kérdésekről a híres asztronómus, *Klaudiosz Ptolemaiosz* is (*Optika* című értekezésében), de ebből a munkából is csak egy szintén elveszett arab fordítás nyomán készült latin változat maradt ránk. — Ebből a kettőből — a *Hérón* és *Ptolemaiosz* munkái nyomán készült fordításokból — foglalunk össze az alábbiakban néhány gondolatot.

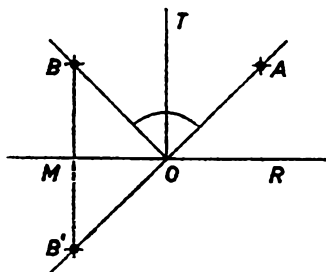
*

Hérón a *Katoptrika* című munkában (Schmidt-kiadás 3) arról ír, hogy a csiszolt testek lényeges jellegzetessége, hogy *felületük kompakt*. Mielőtt ezeket tükörsimára csiszolták volna, a felület porózus volt, és ezért nem tudták visszaverni a rájuk eső fényt, hanem elnyelték vagy áteresztették. A csiszolás azonban eltünteti az apró üregeket, a porozitást, és most már úgy pattan vissza róluk a fény is meg a „látósugár” is, mint a labda valamely kompakt testről, a falról vagy egy deszkáról. Hasonlít ezekhez a tükörsima felületekhez a víz és az üveg. Erről az utóbbi kettőről azonban nem minden sugár pattan vissza; ezek a testek a beeső sugarak egy részét elnyelik, ezért tükrözésük tökéletlen.

A tükrözés törvényeit *Ptolemaiosz* (*Optika* III 60.23–64.28 Govi) a mellékelt ábrán három törvénnyel magyarázza. Legyen az ábrán *MR* a tükör, *A* a szemlélő szeme, *B* a tárgy, *B'* pedig a tárgy tükörképe; *TO* a tükör síkjára a „beesés” pontjában emelt merőleges. — *Ptolemaiosz* három törvénye így hangzik:

1. B' (a tükörkép) a „látósugár” (az AO egyenes) vonalába esik. Mint a szöveg mondja: A tükörben megjelenő kép a „látósugár” tükrön túli meghosszabbításának egyik pontja lesz. A tükör a „látósugarat” az O beesési pontból a B tárgyra „irányítja”.

2. A B' tükörkép az AO „látósugár” és a B tárgyról a tükrre bocsátott merőleges képzeletbeni meghosszabbításainak metszéspontjában lesz a tükör mögött.



3. Az AOT szög — azaz: a „látósugárnak a beesési szöge” — egyenlő a BOT szöggel, azaz: a beesési merőlegesnek és a tükör által a tárgyra „irányított látósugárnak” a szögével.

Ez a három törvény tehát ugyanúgy írja le a tükrözést, mint ahogy mi beszélünk a síktükörrel kapcsolatban a *virtuális kép* keletkezéséről. A különbség csak annyi, hogy mi *nem* a szemből (A) kiinduló és a tükör által a tárgyra „irányított látósugárról” beszélünk, hanem fordítva fogalmazzuk meg ugyanezt a tényt: a tárgyról kiinduló fénysugárt veri vissza a tükör szemünkbe. De a geometriai összefüggés a *tárgy*, a *tükör*, a *szem* és a keletkező *virtuális kép* között mind a két leírásban ugyanaz.

*

Egészítsük ki ezt a leírást azzal a gondolatmenettel, amellyel *Héron* (*Katoptrika* 1) ezt a diszciplínát jellemzi. Ő ugyanis arról beszél, hogy érdemes tanulmányozni a *katoptrikát*, amely bámulatos illúziókat tud kelteni a szemlélőben. Segítségével olyan tükröket is lehet szerkeszteni, amelyek a jobb oldalt jobbnak, a bal oldalt pedig balnak mutatják a virtuális képen. (A közönséges síktükör virtuális képe — mint tudjuk — megcseréli a jobb és a bal oldalt.) A tükrök segítségével láthatjuk azt is,

ami mögöttünk van, megfordítva nézhetjük magunkat, fejünk tetején állva, három szemmel, két orral, vagy ha akarjuk: eltorzított tagokkal. — De fölhasználható ez sok mindennapi gyakorlati célra is. Hiszen ugyan ki ne tartaná hasznosnak, hogy otthon ülve meg tudja figyelni: hányan vannak az utcán és mit csinálnak — anélkül, hogy ezek tudomást szerezhetnének róla, hogy valaki megfigyelte őket? Meg lehet a tükrök segítségével még azt is mondani — akár éjjel, akár nappal —, hogy hány óra van. És ki ne csodálkoznék azon, hogy tükrökkel még az is elérhető, hogy az ember ne magát lássa benne, és ne is a másikat, hanem azt, amit éppen akarunk.

*

Foglalkozott az ókori tudomány — bár kisebb mértékben — a *homorú* és domború tükrökkel is; ezekre itt most nem térünk ki.

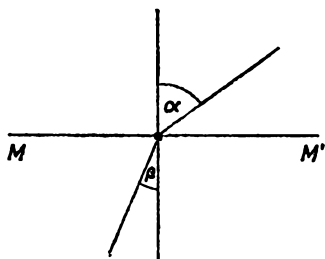
(B.) 3. A fénytörés

Elég részletesen tárgyalta az ókori optika a *fénytörés* (a *refractio*) problémáját is. Mint *Ptolemaiosz* az *Optikában* (V. pp. 142.1 kk., Govi) írta: az egyenes vonalban terjedő fény — bár ő „fény” helyett inkább „látósugárról” beszélt — két esetben térhet el eredeti irányától: 1. ha valamely tükröző felületről visszaverődik (visszapattan), és 2. ha átlép az egyik fényáteresztő közegből egy másik, ugyancsak fényáteresztő közegbe; ebben az utóbbi esetben *megtörik*, azaz: megváltoztatja irányát, és egyenes vonal mentén halad ugyan tovább, de a megváltoztatott irány *nem* folytatása a korábbinak, csak nagyjából felel meg annak. Ismeri forrásunk ezzel kapcsolatban az „optikailag ritkább” és „optikailag sűrűbb” fogalmát. Beszél továbbá arról a *szögről*, amelyet a beeső fénysugár a beesési merőlegessel, illetőleg arról a másíkról, amelyet a megtört fénysugár az előbbi merőlegessel alkot.

A mellékelt ábra tehát, amely a levegőből a vízbe lépő fénysugár (vagy „látósugár”) törését és megváltozott irányát (vázlatosan!) ábrázolja, egyformán érvényes *Ptolemaiosz* magyarázatára és a miénkre. Vagyis:

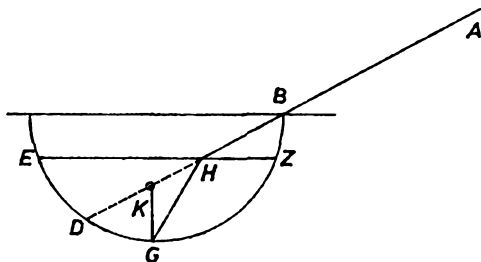
Legyen MM' a víz felülete, SS' a levegőből a vízbe lépő fénysugár, amely A pontban megtörik, azaz: megváltoztatja irányát. LL' a beesési merőleges, amely a beeső és a megtört fénysugárral egy-egy szöget alkot, α a beesési, β pedig a törési szög. Számon tartották az ókoriak azt is, hogy a

fénytörés szöge a fényáteresztő közeg minősége szerint más és más. Fordított sorrendben, de ugyanazokban a szögekben történik a fénytörés mind akkor, ha a fény a levegőből a vízbe, mind pedig akkor, ha megfordítva : a vízből a levegőbe lép át.



Ismételjük : az egyetlen lényeges különbség a mi interpretációnk és az ókori között szinte csak az, hogy mi a *fénysugár* töréséről beszélünk, az ókoriak viszont ehelyett *általában* a „látósugár” fogalmát használták.

Érdekes, hogy a *fénytörés* tárgyalása során mennyire lekötötte az ókoriak figyelmét az alábbi meglepő tapasztalat, amelyet *Ptolemaiosz* nyomán ismertetünk.



Legyen a mellékelt rajz egy félgömb alakú edénynek, egy ún. *baptistériom*nak (egy fürdetőedénynek) a vázlatos ábrázolása. Ha ezen az edényen belül, *G* pontban rögzítünk egy pénzdarabot, akkor ezt az *A* pontból néző szem *nem láthatja*, mert az edény *B* felső sarka *alatt* levő rész nem engedi tovább azt a „látósugarat”, amely a *G* pontra eshetnék. A szemnek *A* pontból kibocsátott „látósugara” az üres edény belsejében csak *D* pontra juthatna el, ez pedig magasabban van, mint a *G* pontban rögzített pénzdarab. — De ha most megtöltjük az edényt vízzel az *EZ*

vonali magasságáig, akkor a levegőn keresztül érkező „látósugár” *H* pontnál éri el a víz felületét, itt *megtörik*, és most már mint *HG* egyenes ráesik a *G* pontban rögzített pénzdarabra. Ezáltal a pénzdarab — amely az üres edényben *A* pontból *nem volt látható* — a *fénytörés következtében* most már láthatóvá lesz. — De kérdés ezek után: *Hol* fogja látni az *A* pontból tekintő szem a *G* pontban rögzített pénzdarabot? Vajon csakugyan ott, ahol ez *van*, a *G* pontban? — „Nem” — feleli szövegünk. A szem *A* pontból a kérdéses pénzdarabról csak egy ahhoz hasonló „virtuális képet” kap, amilyennel a sík tükörrel való tükrözéskor a *tükör mögött* volt dolgunk... Mint *Ptolemaiosz* elmagyarázza: ebben az esetben a *G* pontban rögzített pénzdarab virtuális képe a *K* pontban jelenik meg, azaz: a „látósugár” képzeletbeli meghosszabbításának és a *G* pontból a víz felületére bocsátott merőlegesnek a metszéspontjában. — Ismét csak a „szemből kiinduló látósugár” fogalmát kell a „tárgyról érkező fénysugár” fogalmával helyettesítenünk, és az antik magyarázat azonos lesz a miénkkel.

*

Figyelemre méltó ez a legutóbbi, a fénytörésnek a látásra gyakorolt hatását illusztráló kísérlet azért is, mert az antik tudomány távolról sem érte be azzal, hogy pusztán csak regisztrálja ezt a fénytani jelenséget. Az ókori tudósok rögtön föltették azt a kérdést is: Nincs-e hatása ennek más tudományra, pl. az *asztronómiára*? — A *ptolemaioszi Optika* egy másik fejezetében (151.1, Govi) csakugyan arról olvasunk, hogy az ún. „felkelő és lenyugvó csillagoknak” az északi pólustól mért szögtávolságát *másnak* látjuk akkor, amikor ezek horizontunk közelében jelennek meg, és *másnak* akkor, amikor ezek körpályájuk során horizontunktól legmesszebbre jutottak. — Ennek a jelenségnek pedig az az oka — amint ezt *Ptolemaiosz* kifejti —, hogy a fénysugár, illetőleg amint ő mondja: „látósugarunk” a levegő és az éter határán ahhoz hasonló törést szenved mint amilyent föntebb a levegőből a vízbe lépő fénysugár esetében tapasztaltunk.

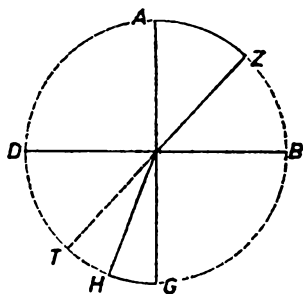
*

Mint ismeretes, a *fénytörés* kvantitatív törvényét a 17. század elején a holland matematikus *W. van Roijen Snell* (1591 – 1626) állapította meg. Ez a híres *Snellius-törvény*: $\sin \alpha / \sin \beta = n$, amely azt mondja ki, hogy a

beesési szög (α) szinusa osztva a törési szög (β) szinuszával, ugyanarra a két közegre állandó. Tehát pl. a levegőből a vízbe lépő fénysugár esetében: bármekkora is a beesési szög (α), a hozzá tartozó törési szög (β) mindig úgy változik, hogy a két szög szinuszának aránya *ugyanaz marad*.

Az ókoriak nem ismerték ugyan ezt a kvantitatív törvényt, de ők is végeztek már olyan természetű méréseket, amelyek szinte előkészítették a *Snellius-törvény* fölismerését.

Ptolemaiosz összeállít pl. egy olyan táblázatot, amely megmutatja, hogy a levegőből a vízbe lépő fénysugár (illetőleg: „látósugár”) beesési szögének változásától függően hogyan változik a hozzá tartozó törési szög. Táblázatát a mellékelt ábra illusztrálja.



Legyen a kör *DB* vízszintes átmérője a víz felülete. Az erre merőleges *AG* átmérő a beesési merőleges. Ha a fénysugár („látósugár”) *Z* pontból indul ki, és a kör *E* középpontjában éri a víz felületét, akkor törés nélkül a *T* pontba kellene érkeznie. Minthogy azonban a víz megtöri, a sugár teljes útja *ZEH* lesz. A beesési szöget tehát az *AZ*, a törési szöget pedig a *GH* ív szemlélteti. Hogyan változik mármost e két szög egymástól függően? — Ha a sugár *A* pontból indul ki és merőlegesen éri a víz felületét *E* pontban, akkor *törés nélkül* érkezik *G* pontba. Ha tehát *AZ* = 0, akkor *GH* is 0.

Ha viszont a beesési szög 10 fokként növekszik, akkor a táblázat 4 szignifikáns sora *Ptolemaiosz* szerint így alakul:

- Ha az *AZ* 10°, akkor a *GH* kb. 8°
- Ha az *AZ* 20°, akkor a *GH* kb. 15½°
- Ha az *AZ* 30°, akkor a *GH* kb. 22½°
- Ha az *AZ* 80°, akkor a *GH* kb. 50°.

Nem kétséges, hogy már ezekből az összetartozó értékekből is kiszámítható — legalább *megközelítő pontossággal* — a Snellius-törvénynek a levegőre és vízre érvényes állandója.

(C.) 1. Akusztika

A *fizikai hangtan* görög eredetű neve: *akusztika*, az *akouo*, „hallani” igéből. Érdekes, hogy ez az ige szó szerint azt jelenti: „éles a fülem”. Könnyen meglehet egyébként, hogy az újkor elején, amikor az ókori mintára újjáébredő tudományok kezdtek általánosabban ismertté lenni, azért kellett a *fizikai hangtan* megjelölésére ezt a *hallásra* utaló szót választani (*akusztika*), mert a *hang* igazi görög nevét — *phóné* — már lefoglalta egy másik, a középkorban sem egészen elfelejtett tudomány: a *nyelvtan*. Az emberi nyelv hangjait mind a régi görög köznyelv, mind pedig az ókori (alexandriai) irodalomtudósok a *phóné* szóval írták körül. Természetszerűleg következett ebből, hogy a nyelvészt érdeklő hangtan hivatalos neve *fónétika* lett. A *fizikai hangtanra* más görög megjelölést kellett keresni. Persze, megvolt a régi görögben is az *akousztikosz* melléknév; a *hallási érzékelést* már ők is *akousztiké aiszthésisz*nek nevezték. De a *fizikai hangtanra* az *akusztika* nevet aligha tudnánk kimutatni ókori szövegből.

Pedig megvolt ez a tudomány is nagyon régen, feltehetően már az i. e. 6—5. században. Sőt, amint majd látni fogjuk, nagyon valószínű, hogy éppen a zenei hangokkal kapcsolatos megfigyelések adtak alkalmat a régi pythagoreusoknak — tehát: legkésőbb az i. e. 5. század első felében, ha nem már egy fél évszázaddal korábban — egy fontos matematikai diszciplínának, az *arányelméletnek* a kifejlesztésére. — A baj csak az, hogy forrásaink ebben az esetben is nemcsak rendkívül gyérek, hanem legtöbbször elég késői szövegekben és közvetítőkön keresztül maradtak ránk. Gondoljuk csak meg pl., hogy mi és hogyan maradt meg számunkra *Arkhytas*nak a szövegéből, aki egyik legrégebbi forrásunknak számít.

Arkhytas a dél-itáliai Tarentumban élt, és nagyjából *Platón*nak (i. e. 427—347) volt a kortársa. Minthogy pythagoreus volt, bizonyosra vehetjük, hogy a nevéhez fűződő tudományos megállapításoknak legalább egy része korábbi, általános pythagoreus hagyomány. De műveiből közvetlenül kereken semmi sem maradt ránk. — Írt azonban az i. sz. 3.

században *Porphyriosz* egy kommentárt a nála egy századdal korábbi *Klaudiosz Ptolemaiosz Harmonika* című munkájához; ebben idéz egy hosszabb részletet *Arkhytasz* munkájából, amelyet ő még olvasott. Az a forrás tehát, amely megőrizte számunkra *Arkhytasz* szavait, kb. 700 évvel későbbi, mint ő maga. (Az időbeli távolság *Porphyriosz* és *Arkhytasz* között alig kevesebb annál az időköznel, amely bennünket a *Halotti Beszédtől* elválaszt.) Ha mármost idézni akarjuk *Arkhytasz* valamelyik megmaradt töredékét, az ő esetében éppen úgy, mint bármelyik *Szókratész* előtt élt görög filozófus esetében, a német *H. Diels* közismert gyűjteményét használjuk.* Az a *Porphyriosz*nál található töredék pl., amelyről az alábbiakban mindjárt szó lesz, *Diels* munkájában az 1. számú.

De említsük meg itt előbb még *Arkhytasz*nak egyéb, a későbbiektől számon tartott tudományos eredményét. — Megoldotta mindenekelőtt a híres *déloszi problémát*, a kocka megduplázásának a kérdését. (Mennyivel kell növelnünk valamely adott élű kocka élhosszúságát, ha azt akarjuk, hogy az új kocka pontosan a duplája legyen az eredetinek?) Ez más szóval azt jelenti: két középarányost kell iktatnunk a és $2a$ szakasz közé; keressük tehát azt az x -et és y -t, amely kielégíti az arányt: $a : x = x : y = y : 2a$. A feladat csak körzővel és vonalzóval *nem oldható meg*. *Arkhytasz* is kénytelen volt ún. „nem klasszikus” megoldáshoz folyamodni, amit *Platón* helytelenített. — Azonkívül kimutatta *Arkhytasz*, hogy két olyan szám között, amely az $(n+1) : n$ arányra egyszerűsíthető, *soha nincs középarányos szám*. Ezt a bizonyítását *Euklidész* is átvette *Sectio canonis* című munkájában. — Végül pedig azt mesélték még *Arkhytasz*ról a későbbiek, hogy volt egy ügyes mechanikai találmánya: a fából készült röplő galamb. (Forrás: *Gellius, Noctes Atticae* X 12.8.)

Hangtani megállapításai közül alapvető az a tétel, hogy a *hang mozgás*. Ahogy ezt *Arkhytasz* régi matematikusokra hivatkozva kimondta: hang csak akkor keletkezik, ha mozgásban levő testek összeütköznek. — Arról, hogy a hang, amit hallunk, a *levegő mozgása*, nincs még szó ebben a megállapításban. Ezzel majd csak *Arisztotelész* egészíti ki *Arkhytasz* tételét, kijelentvén a *Lélekről* szóló munkájában (II 8), hogy a hangot a *levegőben halljuk*. Sőt hozzáfűzi ehhez mindjárt azt is, hogy nemcsak a levegő, a víz is lehet hangot közvetítő közeg.

* *H. Diels* — *W. Kranz*, *Fragmente der Vorsokratiker*, Berlin 1956 (8. kiadás).

Van ezenkívül *Arkhytas*nak még egy másik érdekes tétele a hangok hallhatóságáról. Arról beszél ugyanis, hogy az emberi fül számára nem minden hang hallható, amely két test összeütközésekor keletkezik. Ha túl kicsi volt az összeütközés, akkor olyan halk lesz a keletkező hang, hogy fülünk ezt még nem tudja felfogni; vagy ha tőlünk túl messze jött létre, akkor sem halljuk. De mindez még nem meglepő. Meghökkentőbb ennél *Arkhytas*nak az az állítása, hogy *a túl erős hangot sem halljuk*. Van tehát szerinte hallásunknak — a hangerősséget tekintve — nemcsak egy alsó, hanem egy felső küszöbe is. (Mi, persze, jobb szeretnénk ezt a két küszöböt a hang magasságára és mélységére, azaz a *rezgésszámra* vonatkoztatni.) Azt, hogy a nagyon erős hangot miért „nem halljuk”, *Arkhytas* a következő hasonlattal próbálta megvilágítani: Ha szűk nyakú edényre egyszerre nagy tömeg vizet zúdítunk, mellé megy mind, semmi sem tud beléhatolni. Állítólag ugyanígy nem tudnak hatni hallószervünkre a túl intenzív hangok sem.

A hang *magasságát* és *intenzitását* nem különbözteti meg világosan *Arkhytas*. Téves a hang *magasságára* és *mélységére* adott magyarázata is. Úgy gondolja, hogy a magasabb hangot gyorsabb, a mélyebbet lassúbb mozgás hozza létre. Ezt a gondolatot egyébként már *Arisztotelész* tanítványa, *Theophrasztesz* megcáfolta — *Porphyrios*nak ugyanabban a *Ptolemaiosz*hoz írt kommentárjában, amely az egész *Arkhytas*-töredéket megőrizte számunkra. Az idézett szöveg szerint ugyanis *Theophrasztesz* megállapította: „A magasabb hang terjedési sebessége *nem* különbözik a mélyebbtől. Mert ha különböznék, akkor két konzonáns hang közül a magasabbat hamarabb kellene hallanunk, és így nem is lenne konzonancia. A valóságban azonban egyszerre halljuk a két hangot. Ugyanaz tehát mind a kettőnek a terjedési sebessége.”

Azt, hogy a hang *a levegő rezgése*, a valóban régi antik szövegek közül tulajdonképpen egyik sem mondja ki egyértelműen. Ennek megfelelően nem volt világos fogalmuk a *rezgésszámról*, a *frekvenciáról* sem. Pedig igazában nagyon közel jártak mind a két felfedezéshez — tehát mind annak a felismeréséhez, hogy „*a hang a levegő rezgése*”, mind pedig ahhoz a másikhoz, hogy „*a rezgéseket valahogy meg is lehetne számolni*”. Sőt, e két tény közül éppen azt, amelyik nehezebben megközelíthetőnek látszik, elég jól körül is írták már. — Lássuk előbb: Miért állítható, hogy az ókoriak közel jártak a hang rezgés voltának a felismeréséhez?

Arisztotelész a *Lélekről* szóló munkának éppen azon a helyén, amelyet az imént idéztünk, arról beszél: ahhoz, hogy hang keletkezzék, *három*

dolog kell. Valamilyen tárgynak hozzá kell ütődnie egy másikhoz, és egy harmadik valaminek — a közegnek — közvetítenie kell a létrejött hangot a fülünkhöz. Ez azonban még mind nem elég — mondja *Arisztotelész*. Nem akármilyen két tárgynak az összeütése ad hangot. Ha pl. valamilyen kemény tárggyal megütünk egy *bronztálat*, kongani fog, hangot ad. De hiába ütünk ugyanazzal a tárggyal ugyanúgy, mint az előbb, egy *gyapjúkötegre*, a gyapjú nem ad hangot. — Annak, aki kigondolta ezt a jól szemléltető példát, nem kellett volna egyebet tennie, mint megérintenie ujjal a kongó bronztálat, és rögtön észrevette volna: a bronz azért ad hangot, mert *rezeg*. A gyapjúköteg viszont nem ad hangot, mert *nem rezeg*. És ebből már le is vonhatta volna a következtetést; a hang tehát valamiféle *rezgés*. Ere azonban nem került sor.

Még jobban megközelítették ennél az ókoriak a *rezgésszám*, a *frekvencia* fogalmát. *Euklidész* műve, a *Sectio canonis*, miután a bevezetésben elmondta, hogy mozgás nélkül nem jön létre hang, mert a hang nem is egyéb, mint mozgás, így folytatja: „Némely mozgás *sűrűbb* (*pyknoteron*), a másik meg *ritkább* (*araioteron*). A sűrűbb mozgás magasabb hangot ad, a ritkább meg mélyebbet. A magasabb hang tehát *több mozgásból* áll, a mélyebb meg *kevesebből*.”

Csakugyan, a magasabb hangnak nagyobb a rezgésszáma, a mélyebbnek meg kisebb. Ezt elég világosan körül is írja szövegünk, amikor „*több és kevesebb mozgásról*” beszél. Úgy látszik, ez az *Euklidész* neve alatt fennmaradt munka, a *Sectio canonis* a legrégebb olyan antik szöveg, amely elég közel járt az akusztikának ezekhez a fogalmaihoz: rezgés + frekvencia.

Van azonban egy másik, *késő antik* szövegünk, amely ugyanezeket a fogalmakat még világosabban kezeli. A latinul író *Boethius*nak *De Institutione musica* című munkája ez. *Boethius*, aki kb. 480–520 között élt, híres munkáján, a *Consolatio philosophiae*n kívül írt még kisebb kommentárokat aritmetikai, zenei, geometriai, asztronómiai és filozófiai kérdésekről. Javarészt kompilációk ezek olyan munkákból, amelyeket nem is mindig értett elég jól *Boethius*. Zeneelméleti fejtegetéseiben gyakran azt a geraszai *Nikomakhoszt* követi, aki az i. sz. 2. század közepe táján élt.

Különösen három gondolatot érdemes kiemelni *Boethius* művéből. Először is ő már világosan megmondja, hogy a hang, amit fülünk észrevesz, a *levegő mozgása*. Aztán nemcsak a nagyobb és kisebb frekvenciát írja körül még egyértelműbben, mint az előbbi *Euklidész*-szöveg, hanem

utal arra is, hogy ugyanaz a húr magasabb vagy mélyebb hangot ad aszerint, hogy mennyire van kifeszítve. Ha ti. jobban kifeszítjük a húrt, akkor a rezgések sűrűbben, kisebb intervallumokban követik egymást (*frequentius ac spissius*); ettől magasabb a hang. Ezután már valóban csak az lett volna hátra, hogy valamiképpen meg is számolják az egyes hangmagasságokra jellemző rezgéseket.

De még ennél is jelentősebb az a *harmadik* szempont, amelyet ki kell emelnünk *Boethius* fejtegetéseiből. A hallással kapcsolatban ti. ezt írja:

„A hang esetében valami olyasmi történik, mint amikor a tóba vagy valamilyen állóvízbe követ dobunk. A vízbe hullott kő először olyan kör alakú hullámot vet, amelynek igen kicsiny a kerülete. De aztán a hullámok mind nagyobb és nagyobb körben terjednek tovább, miközben intenzitásuk csökken, míg végre egészen megszűnik...”

„Hasonlóképpen a levegőt is, amikor megüti valami — mint a vizet a beledobott kő —, előbb egy kis területű körhullám keletkezik, de ez aztán mozgásba hozza körülötte is a levegőt, a hullámok mind tovább gyűrűznek, de mind jobban és jobban csökken az intenzitásuk...”

Persze, tévedés volna azt hinnünk, hogy a hangnak ez a hullámokkal való összehasonlítása — ami meglepheti az olvasót ebben az idézetben — csak a késő antik *Boethiustól* származik. Megvolt ez nemcsak forrásánál, a 2. században élő *Nikomakhosznál*, hanem — amint ezt egy későbbi fejezetben meglátjuk majd — már *Vitruviusnál* az időszámításunk előtti utolsó században. A római építész azt javasolja, hogy amikor színházat épít valaki, a jobb akusztika érdekében legyen tekintettel erre a föl ismerésre. Sőt, éppen *Vitruviuson* keresztül tudjuk, hogy érvényesítették ezt a föl ismerést már azoknak a régi korinthuszi színházaknak az építésénél is, amelyeket a rómaiak az i. e. 2. század közepén romboltak le.

De a *hanghullám* önmagában mégsem jelenti azt, mintha lettek volna már az ókoriaknak olyan fogalmaik is, mint „amplitúdó”, „periódus” vagy „hullámhosszúság”.

(C.) 2. A konszonanciák

Ki kell itt térnünk az antik akusztikával kapcsolatban a korai görög tudomány egyik legmaradandóbb föl ismerésére, valamint ezzel kapcsolatban mindarra, aminek összefoglalóan a „pythagoreus zeneelmélet” nevet adhatjuk.

Arisztotelész azt állítja egy alkalommal (*Metafizika* 985b31), hogy a pythagoreusok voltak azok, akik először jöttek rá arra, hogy *a zenei harmóniák számoktól és arányoktól függenek*. *Platón* pedig kiegészíti ezt az állítást azzal, hogy a pythagoreusok szerint a *csillagászat* (az asztronómia) és a *zene* két testvértudomány; az egyik a látható égitestek mozgásában, a másik meg a hallható szimfóniákban keresi a törvényeket mint számokat.

Meg kell itt közbevetőleg emlitenünk, hogy az ókorban nemcsak a pythagoreusok foglalkoztak zenetudománnyal. Voltak olyanok is, akik elutasították azt az egész pythagoraszi tanítást, amelyből az alábbiakban bemutatunk egy-két részletet. Ilyen volt pl. az i. e. 4. század első felében a pythagoreus elmélet híres ellenfele: *Arisztoksenosz* — *Arisztotelész* egyik tanítványa. De a tudománytörténet szempontjából lényegesebb, ha most a pythagoreus elméletre koncentráljuk figyelmünket.

Ami mármost a pythagoraszi zeneelméletet illeti, nem szabad figyelmen kívül hagynunk egy olyan konkrét nehézséget, amellyel a történeti kutatás eddig nem tudott megbirkózni.

A leggyakrabban használt görög hangszernek, a lantnak ti. csak hét *húrja* volt. Sok egyértelmű irodalmi adat alátámasztja ezt a megállapítást. Igaz, semmi biztosat sem tudunk arról, vajon milyen lehetett ennek az eredeti 7 húrnak a hangolása. De még ennél is nyugtalanítóbb az a másik, a nyitva maradó kérdés: hogyan kaphatták meg ezen a hangszeren azt az alapvető zenei szimfóniát, az *oktávot*, amelyből az egész itt következő fejtegetésnek ki kell indulnia?

A legtöbb modern kutató úgy gondolja, hogy a húrok számát valamikor az i. e. 5. vagy 4. század folyamán emelhették *nyolcra*. Az antik hagyomány viszont azt tartotta, hogy maga *Pythagorasz* volt az, aki kiegészítette a skálát a *nyolcadik hanggal*. Bár a szerző, aki erről értesít bennünket, a *geraszai Nikomakhosz* forrásnak elég késői ugyan, de nem lehetetlen, hogy az adat lényegében mégis hiteles érdemlő. *Pythagorasz* vagy a régi pythagoreusok lehettek azok, akik megteremtették a *8 hangú skálát* — mégpedig azáltal, hogy összeillesztettek két korábbi 4 húrú hangszert, két ún. *tetrakhordot*. Erre a következtetésre jutunk az alábbi megfontolás alapján.

Ismeretes, hogy annak a legfontosabb három zenei konszonanciának, amelyről az alábbiakban szó lesz, manapság úgyszólván minden nyelvben *latin eredetű neve van*: *oktáv*, *kvar*t és *kvint*. E három közül az utóbbi kettőről azonnal megállapítható, hogy a latin név tulajdonképpen egy-

egy görög megjelölés fordítása. Mert a latin *quarta* (negyedik) és *quinta* (ötödik) pontos fordítása a görög „*dia tesszarón*” és „*dia pente*” kifejezéseknek. Ebben a két esetben ti. a skála *első és negyedik*, illetőleg *első és ötödik* hangja adta a kérdéses konszonanciát.

De nem ilyen egyszerű a helyzet az *oktáv* esetében. A latin számnév (*octava* = „a nyolcadik”) ti. arra utal, hogy ebben az esetben az *első és nyolcadik* hang konszonanciájáról van szó. Csakhogy a görögöknél az *oktáv* neve nem számnév volt, hanem egy körülírás: *diapaszón*. Ez a szó pedig azt juttatja kifejezésre, hogy az oktáv *mindenen* (azaz minden közbeeső hangon) *átmenő* konszonancia. — Már e megfigyelés alapján nagy valószínűséggel megállapíthatjuk, hogy: amikor a latinban egy számnévvel (az *octava* szóval) jelölték meg ezt a konszonanciát, akkor tulajdonképpen azt az elvet terjesztették ki erre a harmadik esetre, amely már korábban, a görögöknél is érvényesült a másik kettőnek, a kvartnak (4.) és a kvintnek (5.) az elnevezésében. Vagyis így gondolkoztak: legegyszerűbb lesz, ha számozzuk a skála hangjait, és így beszélünk az első és negyedik (kvart), az első és ötödik (kvint) valamint az első és nyolcadik (oktáv) hang konszonanciájáról.

Még tovább vezet bennünket az, amit *Theophrasztosztól*, *Arisztotelész* egyik tanítványától tudunk meg. Ő ti. arról értesít bennünket, hogy a pythagoreusoknál eredetileg más neve volt mind a három konszonanciának; ők még egyik esetben sem használtak számnevet. — Bennünket most főként az érdekel, hogy az oktáv eredeti pythagoreus neve nem „*diapaszón*”, hanem *harmónia* volt. Ez a görög szó ti. eredetileg „*összeillesztést*” vagy „*összeillesztettséget*” jelent. Nyilván azért kapta az oktáv a „harmónia” nevet — amint erre már több modern kutató rájött —, mert a nyolchangú skálát éppen azáltal kapták meg a pythagoreusok, hogy „összeillesztettek” (összekapcsoltak) két 4-4 húrú hangszert, két ún. *tetrakhordot*.

Ha pedig megpróbáljuk nyomon követni vissza, eredetük felé mind a három konszonanciának — tehát az oktávnak, a kvartnak és a kvintnek — *Theophrasztosztól* említett régi pythagoreus nevét, akkor azt látjuk, hogy ezek minden valószínűség szerint megvoltak már a *Platón* előtti korban, tehát az i. e. 5. században — Ez is valószínűsíti azt, hogy a nyolchangú skála csakugyan régi, pythagoreus eredetű zenei rendszer.

Még érdekesebb az, hogy a pythagoraszai elmélet a három említett konszonanciát — amint ezeket görögül nevezték: az *összhangzásokat*, a *szymphóniákat* — és velük együtt a szimfonikus *hangeszközöket* is arány-

számokkal fejezték ki, mégpedig az oktávnak a $2 : 1$, a kvartnak $4 : 3$, a kvintnek pedig a $3 : 2$ felelt meg.

Világos, hogy ezeknek az arányszámoknak semmi közük sincs a skála hangjainak vagy a húroknak esetleges számozásához. De hát hogyan jöttek rá akkor arra, hogy éppen ezek legyenek a kérdéses konszonanciák, illetőleg a megfelelő hangközök arányszámai?

Ezt a kérdést a régebbi, a megbízhatóbbnak tartott ókori források nem érintik. Minthogy pedig a későbbi, az ún. újpythagoreus irodalom ezzel kapcsolatban több fantasztikus, egyértelműen megcáfolható történetet mond el, sokan azt hitték, hogy nem is igen tudhatunk erről semmi bizonyosat. Holott az érdekes éppen az, hogy — legalább ebben az esetben — aránylag könnyű kiválasztani a sok megbízhatatlan és félrevezető adat tömkelegéből a komoly, hitelt érdemlő történeti hagyományt.

A korábban említett *Boethius* pl. azt állítja, hogy maga *Pythagoras* a következő megfigyelés, majd kísérlet alapján jutott volna el az említett arányszámokhoz. Egyszer egy kovácsműhely közelében arra lett volna figyelmes, hogy a különböző kalapácsok, amikor megcsendülnek az üllőn, néha az oktávot vagy a kvartot, néha meg a kvintet adják. Előbb megmérte a konszonanciákat adó kalapácsokat, és úgy találta, hogy ezek 12, 9, 8 és 6 egységnyi súlyúak. Utána kísérletezni kezdett egyenlő hosszúságú húrokkal, amelyeket fölfüggesztett, és ugyanennyi egységnyi súlyokkal feszített ki. Állítólag megint azt tapasztalta volna, hogy a 12 egységnyi és 6 egységnyi súllyal kifeszített két húr az oktávot ($2 : 1$), a 12 és 9 a kvartot ($4 : 3$), a 12 és 8 pedig a kvintet ($3 : 2$) adja.

Ez a történet, persze, könnyen megcáfolható kitalálás. Mert igaz ugyan, hogy különböző magasságú hangokat hallunk, ha különböző súlyú kalapácsok csendülnek meg az üllőn, de a keresett konszonanciák arányszámai nem vezethetők le két-két olyan kalapácsnak a súlyából, amelyekkel esetleg csakugyan sikerül megtalálni egy-egy konszonanciát. Az tehát, amit forrásunk *Pythagoras* „megfigyeléséről” állít, máris kitalált mese. Még rosszabb az, amit az ezt követő „kísérletről” hallunk. Hiszen ez a kísérlet tulajdonképpen nem is azt ellenőrzi, amit *Pythagoras* állítólag megfigyelt a kovácsműhelyben. Arról nem is beszélve, hogy hiába feszítjük ki az egyenlő hosszúságú húrokat az említett súlyokkal, így sohasem kapunk oktávot, kvartot vagy kvintet.

A *Pythagoras*ról szabadon kitalált mese csak akkor volna igazán érdekes számunkra, ha olyan kérdésekre keresnénk választ: *mit* tudott, és *kikkel*, milyen ellenkező értelmű állításokkal szemben, *mit* szeretett volna

igazolni az, aki csak elképzelte az előbbi, nyilván soha nem ellenőrzött „megfigyelést” a kovácsműhelyben és az utána tett állítólagos „kísérletet”.

Több figyelmet érdemel az, amit a fentebb már említett *Arisztoksenosz* egyik töredékében (fr. 90) olvasunk egy hasonló kísérletről. Ő ti. azt állítja, hogy a metapontumi *Hippaszosz* — a hagyomány szerint *Pythagoras* egyik közvetlen tanítványa — három azonos átmérőjű bronzkorongot készített; a korongok vastagsága úgy aránylott egymáshoz, mint $4 : 2 (= 2 : 1)$, $4 : 3$ és $3 : 2$. E korongok megkondítása adta aztán a keresett szimfóniákat.

A meglepő ti. az, hogy ez a fizikai kísérlet csakugyan elvégezhető a kívánt eredménnyel: az azonos átmérőjű, szabadon lebegő korongok rezgésszámai — ha megkondítjuk őket — arányosak a vastagsággal, és így ezek csakugyan a megfelelő konszonanciákat adják.

Ebből azonban még távolról sem következik az, hogy *Hippaszosz* csakugyan ezen az úton, a bronzkorongokkal végzett kísérletek során fedezte volna fel a konszonanciák arányszámain. Azok a görög szakkifejezések ugyanis, amelyek a konszonanciák arányszámaint mint „határpontokat” (görögül: *horoi*, latinul: *termini*), a két összecsengő hang közötti intervallumot pedig mint „hosszúságot” (görögül: *diasztéma*) írják körül, egyértelműen azt mutatják, hogy a kérdéses számok (4, 3, 2, 1) eredetileg semmi esetre sem lehettek korongok vastagságának arányszámai.

Hippaszosz előbb említett kísérlete tulajdonképpen csak azért érdekes számunkra, mert fontos időbeli határt jelöl ki. *Hippaszosznak*, amikor korongjaival kísérletezett, már előre ismernie kellett a konszonanciák arányszámaint. (Ezért készíthette egyenlő átmérőjű korongjait a megadott vastagságúakra.) Az ő próbálkozásainak a célja tehát valószínűleg éppen az volt, hogy kimutassa: a kérdéses arányszámokat a keresett konszonanciákra akkor is megkapjuk, ha ezek az arányszámok bronzkorongok vastagságait jelölik.

Valami ehhez hasonlólt mondanak el forrásaink a hermionéi *Laszosz*-ról is, aki nagyjából *Hippaszosz* kortársa lehetett. Ő meg, úgy látszik, azonos méretű edényeket töltött meg vízzel oly módon, hogy a levegőoszlopok magassága a víz fölött adja a kérdéses arányszámokat. Ebben az esetben a levegőoszlopok rezgése, a visszhang adta a megfelelő konszonanciákat. (Tanulságos ez a kísérlet történeti szempontból azért is, mert ez szinte már arra mutat: *Laszosz* alighanem tisztában volt azzal is, hogy a hang a levegő rezgése.) — De mind a bronzkorongokkal, mind pedig az

edényekkel végzett műveletek csak *utólagos igazolási kísérletek lehettek*. A konszonanciák arányszámainak a megtalálására eredetileg *nem ezek a kísérletek vezettek*.

A sokféle történetből ugyanis, amit forrásaink erről elmondanak, az lehet a legvalószínűbb, amely nemcsak fizikailag igazolható, és amely nemcsak megfelel a konszonanciákra vonatkozó görög szakkifejezések eredeti értelmének, hanem amely egyszersmind arra is vall, hogy a konszonanciák csakugyan egyetlen tényezőnek, ti. *a hangforrás hosszúságának a változásától függenek*. — Nagyon régi lehet az az empirikus megfigyelés, hogy a hangmagasság valamiképpen összefügg a különböző hosszúságokkal. Ezt mutatja pl. az ún. pánsíp összeállítása, vagy valamely fúvós hangszerezen az egymástól bizonyos távolságra elhelyezett lyukak. (De ezekben az utóbbi esetekben a hangmagasság a hosszúságon kívül még egyéb tényezőktől is függ.) — Egyik késői forrásunk csakugyan tud egy olyan esetről, amelyben a konszonanciák valóban nem függenek mástól, mint a hangforrás hosszúságától. Az i. sz. 4. században élő *Gaudentius* ez, aki nagyjából helyesen az alábbi módon írja le azt a kísérletet, amely igazolhatta a konszonanciáknak azokat az arányszámait, amelyeket a gyakorlat alapján valószínűleg már korábban is sejtettek.

Pythagoras kifeszített egy húrt a 12 egyenlő részre osztott mérővessző, az ún. *kánón* fölé. Aztán megpendítette előbb az egész húrt, majd pedig a felét. Azt tapasztalta, hogy az egész húrnak (mind a 12 egységnek), majd utána fele részének (6 egységnek) a pengése az *oktáv* szymphóniát adja. Ezért az oktáv arányszámai: $12 : 6$. — Utána megismételte a kísérletet oly módon, hogy előbb a húrnak mind a 12 egysége, majd utána csak 9 egységnyi rész pendüljön meg belőle. Így kapta a *kvar*t konszonanciát: $12 : 9 (= 4 : 3)$. — Harmadjára viszont az egész húr (mind a 12 egység) pengéséhez másodiknak csak 8 egységnyi rész hangját szólaltatta meg: az így nyert *kvint* arányszáma $12 : 8 (= 3 : 2)$ lett.

Figyelemre méltó ez a leírás nemcsak azért, mert a három kísérlet a kívánt eredménnyel csakugyan elvégezhető, hanem főként azért, mert megértjük ebből még a következőket is:

1. A konszonanciák arányszámait ($12 : 6$, $12 : 9$ és $12 : 8$) a görög terminológia *határpontoknak* (görögül: *horoi*) nevezi. Csakugyan ezek a számok *határpontok*, mert éppen ezekhez állítják azt a kis *hidat* a kifeszített húr alatt a 12 egyenlő részre osztott és az osztáspontoknál megszámozott kánónon, amely híd *határolja*, azaz elválasztja egymástól a megpendülő és a némán maradó húrrészeket. Amikor pl. a *kvintet* akarják

hallani, akkor előbb megszólal az egész húr; a kis híd ezalatt a kánón legvégén, a 12-es számnál áll; másodjára viszont a 8-as számhoz tolják a hidat, mert most már csak egy rövidebb darab, 8 egységnyi húrrész szólal meg az egész monokhordból. (A húrnak a 12-es és 8-as szám közé eső szakasza némán marad. Ez a két hang közötti intervallum.)

2. A *konszonanciák* két-két hangja közé eső *intervallum* görög neve: *diasztéma* = „két pontnak egymástól való távolsága” „szakasz”. A kérdéses számok — a *határpontok* — tehát fölfoghatók úgy is, mint amelyek a megszólaló húrrészek hosszúságát adják meg, de úgy is, mint az intervallumnak, a két összecsengő hang között némán maradó húrszakasznak a határai.

(C.) 3. Műveletek a kánónon

Egy szempontból azonban mégis félrevezető lehet az a leírás, amelyet főntebb *Gaudentius* nyomán összefoglaltunk. Ennek alapján ti. az lehet a benyomásunk, mintha a konszonanciák arányszámait csak olyan kísérletek alapján állapíthatták volna meg, amelyekhez nélkülözhetetlen volt a 12 részre osztott kánón. Ez azonban tévedés. A régi görög szakkifejezések azt mutatják, hogy korábban a konszonanciák arányszámainak megállapításához *nem használták a 12 részre osztott kánónt*. Elég volt ehhez egyetlenegy kifeszített húr, az ún. monokhord is. Minden jel arra mutat, hogy a pythagoreusok a kánónt — és ezzel együtt a konszonanciák „intervallumának” a fogalmát — csak zeneelméleti munkásságuknak egy viszonylag későbbi fokán vezették be.

Ahhoz pl., hogy a monokhordon megkapják az *oktáv* arányszámát, elég volt megpendíteniök az *egész* kifeszített húrt, és rögtön utána ugyanennek a húrnak a *felét*. Az oktáv arányszáma nemcsak a $12 : 6$, hanem a $2 : 1$ is. — Hasonlóképpen ha 4 egyenlő részre osztották az egész húrt, akkor mind a 4 egységnek, majd utána 3-nak a konszonanciája a *kvart* volt: $4 : 3 = 12 : 9$. — A 3 egyenlő részre osztott monokhordon viszont az egésznek (3) és kétharmad részének (2) a konszonanciája éppen úgy *kvint*, mint a kánónon a 12 és 8-é ($3 : 2 = 12 : 8$).

Már ezek az egyszerűbb osztási lehetőségek is felette gyanússá teszik azt a gondolatot, hogy a három itt tárgyalt zenei konszonancia arányszámának a megtalálása *a 12 részre osztott kánónnal kezdődött volna*. (Még jobban megerősítené ezt a gyanúnk, ha kitérnénk itt arra a tör-

téneti-nyelvi jellegű magyarázatra: mi volt a régebbi görög neve a három kérdéses szymphóniának. De szerencsére erre nincs okvetlenül szükségünk. Enélkül is megvilágíthatjuk a kérdést: Mi tette egyáltalán fontossá, hogy a monokhordon végzett *régebbi* kísérletek után, egyszer valamikor *később* bevezessék a 12 részre osztott kánónt.)

A kánón 12 részre osztása ugyanis lehetővé tette, hogy elméletileg, azaz arányszámokkal igazolni tudjanak olyan összefüggéseket, amelyeket minden valószínűség szerint jól ismertek a gyakorlatból már korábban is.

Említettük már, hogy a nyolcfokú skálán az első és utolsó hang együtt az oktávot adja. A két összeillesztett tetrakhordon ezt a szymphóniát úgy kapták meg, hogy megpendítették az első és az utolsó, a nyolcadik húrt. Az oktáv fölbontása két kisebb intervallumra — a kvartra és a kvintre — viszont kétféleképpen történhetett. Vagy megszólaltatták előbb az első tetrakhord *első* és *negyedik* húrját — ez volt egy kvart —, majd pedig utána megpendítették a második tetrakhord utolsó (az egész rendszer *nyolcadik*) húrját; ez volt a rákövetkező *kvint*. — De meg is fordíthatták a sorrendet. Megszólalhatott először mind a két tetrakhord *első* húrja (azaz: az egész rendszer számozása szerint: az *első* és az *ötödik* húr); ez volt egy *kvint*, majd pedig a második tetrakhord első és utolsó (azaz a rendszer *ötödik* és *nyolcadik*) húrja; ez volt egy rákövetkező *kvart*. — Az egymásra következő kvart és kvint vagy kvint és kvart mind a két esetben egy oktávot adott

Igazolni lehetett ezt az összefüggést a kánónon is a konszonanciák arányszámaival. Mert ha mind a 12 egység után előbb ugyanannak a húrnak 9 egysége szólalt meg, egy kvartot hallottak ($12 : 9$); ha viszont a 9 egység után 6 egységet pendítettek meg, ez már egy kvint volt ($9 : 6$). A kettő egymás után és együtt egy oktávot adott ($12 : 6$). — De meg is lehetett cserélni a részintervallumok sorrendjét. Mert ha a 12 után előbb 8 egységet szólaltattak meg, akkor előbb hallottak egy kvintet ($12 : 8$); a 8 egység után viszont a 6 egység megpendítése kvartot adott ($8 : 6$).

Tanulságos volt ez a próbálkozás a 12 részre osztott kánónon több szempontból.

Először is kiderült, hogy ugyanazon a monokhordon két *különböző* kvartot és ugyanúgy két *különböző* kvintet is kaphattak. A 12 és 9 ugyanúgy kvart, mint a 8 és 6 ($12 : 9 = 8 : 6$). De ugyanúgy kvint mind a 12 és 8, mind pedig a 9 és 6 ($12 : 8 = 9 : 6$). Az első esetben a két-két számpár egyformán ugyanazt az arányt adja, mint a $4 : 3$, a másodikban pedig,

mint a 3:2. A két kvart ugyanúgy *hasonló* egymáshoz, mint a két kvint.

Még érdekesebb volt ez a művelet abból a szempontból: hogyan adja meg a kvart és a kvint (vagy megfordítva: a kvint és kvart) arányszámainak az összekapcsolása az oktáv arányszámát?

A művelet a kánónon úgy hatott, mintha egyszerű „összeadás” lett volna. A 12 és a 9 számok közötti intervallumhoz (az első elnémuló húrszakaszhoz) hozzákapcsolták a 9 és a 6 közötti intervallumot (a második elnémuló húrszakaszt). Vagy akár megfordítva is érvényes volt a művelet: a 12 és 8 közötti szakaszhoz hozzáfűzték a 8 és a 6 közötti szakaszt. Mind a két összekapcsolás ugyanazt a nagyobb intervallumot, az oktáv hangközét, a 12 és a 6 közötti szakaszt adta. — Az aritmetikában azonban ez az összekapcsolás *nem* összeadás, hanem *szorzás* lett. Rögtön belátjuk

ezt, ha megpróbáljuk összeadni a két-két törtet: $\frac{12}{9} + \frac{12}{6}$ és $\frac{12}{8} + \frac{8}{6}$.

Az összeadás eredménye ezekben az esetekben *nem* az oktáv arányszáma: $\frac{12}{6}$. Viszont megkapjuk a kívánt eredményt, ha összeadás helyett *szorzunk*:

$\frac{12}{9}$ -et szorozzuk a $\frac{9}{6}$ -dal, akár a $\frac{12}{8}$ -ot a $\frac{8}{6}$ -dal, az eredmény csakugyan $\frac{12}{6}$. A kánónon tehát az „összeadás” igazában *szorzás*. (Természetesen érvényes ez az állítás akkor is, ha a kvart, a kvint és az oktáv

„kisebb” arányszámaival dolgozunk. Tehát $\frac{4}{3} \times \frac{3}{2} = \frac{2}{1}$.)

De ellenőrizhetjük az előbbi állítást azzal is, hogy megnézzük közelebb-ről, és kipróbáljuk a fordítottját. Mert ha igaz az, hogy a kánónon az „összeadás” *szorzásnak* felel meg, akkor megfordítva: a „kivonás” *megosztás* kell legyen. Csakugyan gondoljunk pl. a következőre.

Könnyű belátnunk, hogy a két intervallum, a kvart és a kvint közül *a kvint a nagyobb*. Meggyőzhet bennünket erről egyszerűen az is, ha összehasonlítjuk őket a kánónon. Mert a kvint intervalluma a mérővesszőn a 12 és a 8 számok közé eső *hosszabb* szakasz, azaz a kvint két hangja között némán maradó húrdarab. A kvart intervallumát viszont csak a 12 és 9 közé eső *rövidebb* szakasz szemlélteti. A kettő „különbsége” pedig a 9 és a 8 számjegyek közé eső szakasz lesz, ha ti. „kivonjuk” a hosszabb húrdarabból a rövidebbet. Abban az esetben viszont, ha a kvint és kvart arányszámán akarjuk megállapítani, mennyivel nagyobb

az előbbi, mint az utóbbi, akkor nem „kivonnunk” kell az egyiket a másiktól, hanem osztanunk kell a kisebbel. Mert csakugyan $\frac{12}{8} : \frac{12}{9} = \frac{9}{8}$ (vagy akár: $\frac{3}{2} : \frac{4}{3} = \frac{9}{8}$). Tehát csakugyan: éppen annak a két számnak egymáshoz való viszonya mutatja az osztás eredményét, amely két szám a kánónon a kivonás eredményét jelölte.

A kánon ebből a szempontból emlékeztet a logarlécra.

(C.) 4. A „közép” keresése

Érdekeselek a kánónon végzett aritmetikai műveletek azért is, mert nyilván éppen ezek vetették föl azt a problémát, amelyet a pythagoreusok a *közép keresésének* neveztek. Legegyszerűbb formában ez a kérdés így hangzott: Hogyan lehet két kisebb egységre bontani az oktáv intervallumát?

Minthogy ezt az intervallumot a kánónon a 12 és a 6 számok közé eső szakasz szemléltette, mindenekelőtt kézenfekvőnek látszott ezt a szakaszt gondolatban a 9-es számnál „kettévágni”. Ezt úgy fogalmazták meg, hogy a 9 a *számtani* (vagy: *aritmetikai*) *közép* a 12 és a 6 között, mert $12 - 9 = 9 - 6$, vagy $\frac{12+6}{2} = 9$. — Vegyük észre, hogy a két részintervallum mint *húrdarabhosszúság*, a 12 és a 9, illetőleg a 9 és a 6 számok között egyenlő ugyan, de mint *zenei intervallum* az előbbi (12 : 9), a kvart a kisebb, az utóbbi (9 : 6), a kvint pedig a nagyobb. — A korábban már említett *Arkhytasz* mint érdekességet emeli ki ezzel kapcsolatban, hogy ebben az esetben éppen a nagyobb számok (12 és 9) jelölik a kisebb intervallumot, míg a kisebb számok (a 9 és a 6) a nagyobb zenei intervallumot, a kvintet adják.

Egy másíkfajta „közép” a 12 és a 6 között a 8. Ebben az esetben a 12 és a 8 közé esik a *hosszabb*, a 8 és a 6 közé pedig a *rövidebb* húrdarab. A hosszabb húrdarab (egyszersmind a nagyobb számok, a 12 és a 8) jelzik ezúttal a nagyobb zenei intervallumot, a kvintet; a rövidebb húrdarab (és kisebb számok, a 8 és a 6) pedig a kisebb zenei intervallumnak, a kvartnak a „határai” — amint ezt ezzel a másíkfajta középpel kapcsolatban *Arkhytasz* kiemeli. — Ezt az utóbbit nevezték a pythagoreusok „*harmonikus középpnek*”; mint mondták: a 12 és a 8 különbsége ($12 - 8 =$

= 4) ugyanannyiszor van meg a 12-ben ($12 : 4 = 3$), mint a 8 és a 6 különbsége ($8 - 6 = 2$) a 6-ban ($6 : 2 = 3$).

De vajon nem osztható-e az oktáv intervalluma két olyan részre, hogy a részek egymás között mint zenei intervallumok is egyenlők legyenek? — kérdezték a pythagoreusok. Más szóval ez azt jelenti: azt a „számot” keresték a 12 és a 6 (vagy a 2 és az 1) között, amely kielégítené az aránypárt $12 : y = y : 6$, illetőleg $2 : x = x : 1$. — Minthogy pedig ezt a feladatot — mind az oktáv, mind pedig több más arány esetében — csak geometriai szerkesztéssel lehet megoldani, ezt nevezték *geometriai (mértani) középnek*.

Érdeemes lesz itt föl hívni a figyelmet arra a kérdésre is: Miért volt tulajdonképpen fontos a pythagoreusok számára a *geometriai közép problémája* — a zeneelméleten túl is?

Nézzük a legutóbbi aránypárt: $2 : x = x : 1$. Természetesen írható ez ebben a formában is: $x^2 = 2 \times 1$; az aránypárban a belső tagok szorzata egyenlő a külső tagok szorzatával; vagy akár így is: $x = \sqrt{2}$. (Ha pedig az előbb említett másik esetre gondolunk, akkor $12 : y = y : 6$, illetőleg $y^2 = 12 \times 6$, vagy $y = \sqrt{72} = 6\sqrt{2}$.) — Ebből azonnal látható, hogy a pythagoreusoknál a geometriai közép megtalálásának vagy megszerkesztésének a művelete ugyanaz volt, mint a mi számunkra a *négyzetgyökvonás*. Az a művelet, ami a mi számunkra abból áll, hogy keressük valamely a számnak a négyzetgyökét, a régi aritmetikus számára azt jelentette: fel kell bontania az adott számot két tényező szorzatára — ha ez másképp nem lehetséges, akkor így: $a = 1 \times a$ —, majd meg kell keresnie vagy meg kell szerkesztenie a két tényező között a *geometriai közepet*.

A görög tudomány az említett műveleteket a kánónon — tehát az arányok összeadását-szorzását, kivonását-osztását vagy az arány két tagja között a közép keresését — összefoglaló néven a „kánón metszésének” nevezte. Maradt is fenn *Euklidész* neve alatt egy matematikai-zeneelméleti jellegű munka, amelynek címe: *Sectio canonis*.

(C.) 5. A zeneelmélet nehézségei

Szó volt már korábban arról, hogy a pythagoraszai teória nem volt az ókor egyetlen zeneelmélete. Csak azért elégedhetünk meg ebben a vázlatos áttekintésben pusztán ennek a megemlékezésével, mert úgy látszik, ez

volt a jelentősebb. De rá kell mutatnunk itt arra is, hogy ennek az elméletnek a kibontakozása komoly akadályokba ütközött — föltehetően már nagyon korán.

Láttuk, hogy a pythagoreusok rájöttek arra: a zenei konszonanciák kifejezhetők arányszámokkal — anélkül, hogy föl kellett volna tenniük a kérdést: mi a hang maga? A zeneelmélet meg tudta kerülni ezt a kérdést. Még a rezgésszám fogalmára sem volt szükségük ahhoz, hogy megtalálják a konszonanciák arányszámait mint *húrhosszúságok arányait*. A kialakított terminológia tanúsága szerint megvolt ez a szerencsés fölismerés már az i. e. 5. században. Ezért nem lehetetlen az ókori hagyománynak az az állítása, hogy ezeknek a felismeréseknek legalább egy része magától *Pythagorasz*tól származik. De nézzük meg közelebbről azt is: mi kellett, és mi nem volt okvetlenül szükséges ezekhez a fölismerésekhez.

Amíg a kísérleteket csak magán a monokhordon vagy a kánón fölött kifeszített húron végezték, eltekinthettek a hosszúságon kívül minden más tényezőtől. Úgy látszott, hogy a hangmagasság változása csak magának a kifeszített húrnak a hosszúságától függ. A *húr vastagságát* pl. figyelmen kívül hagyhatták, hiszen ugyanaz a *húr* adta a konszonanciának mind a két hangját. Nem változtattak kísérlet közben a *húr* kifeszítettségén sem.

De, persze, csakhamar észre kellett venniük, hogy a hang magassága nemcsak a *húr* hosszúságától, egyéb tényezőtől is függ. Nézzük pl. a *húr vastagságát*. Vajon nem igazolhatnák-e a konszonanciák hagyományos arányszámait azzal, hogy a hangforrás vastagságát éppen ezeknek az arányoknak megfelelően változtatják? — Mintha éppen erre a kérdésre keresett volna választ a metapontumi *Hippaszosz*, amikor különböző vastagságú bronzkorongjaival kísérletezett.

Zavarba ejtőbb volt ennél az, hogy magasabb lett a hang azáltal is, hogy jobban kifeszítették a húrt. De hiába igazították a *húrok* kifeszítettségét a konszonanciák arányszámaihoz, azaz: hiába terheltek meg pl. két egyforma hosszú (és lehetőleg egyformán vastag) húrt 12 és 6 egységnyi súlyokkal — amint ezt a *Pythagorasz*ról kigondolt álhagyomány meséli. Bár különbözött a két különféleképpen megterhelt *húr* hangja, de oktávot mégsem kaptak. Sőt, fölmerült itt, túl ezen a közvetlen gyakorlati kudarcon, egy másik *elvi nehézség* is.

A monokhordon ugyanis a 12 egység hosszú egész *húr* adta a *mélyebb* hangot, és a 6 egységnyi (a fele olyan hosszú) az egy oktávval *magasabbat*. Amikor viszont a súlyokkal próbálkoztak, éppen megfordítva: a nagyobb

súllyal kifeszített húr magasabb, a kisebb súllyal terhelt pedig mélyebb hangot adott. De hát hogyan értelmezendő akkor az oktáv arányában a két szám, a 12 és a 6? Melyik hangnak melyik felel meg a kettő közül?

Bizonytalanná lett a válasz, amelyet erre a kérdésre korábban, pusztán a monokhordon végzett kísérletek alapján egyértelműen adni lehetett, azért is, mert később rájöttek: a hang magassága összefügg valamiképpen a rezgések szaporaságával. „Ha több a mozgás, magasabb a hang” — olvassuk már *Euklidész*nél a *Sectio canonis* bevezetésében. Ha pedig ez csakugyan így van, akkor talán mégis helyesebb volna az oktáv arányában is (12 : 6) a nagyobb számot (12) a magasabb, a kisebbet (6) pedig a mélyebb hangnak feleltetni meg, és nem éppen megfordítva, mint ahogy ez a monokhordon végzett kísérletből adódott. (Az ókori szerzők közül némelyek az egyik, mások a másik felfogást tették magukévá.)

Az egész fejlődés mintha arra vallana: azok a későbbi fölismerések, amelyekről ma utólag megállapíthatjuk, hogy helyes irányba mutattak, kezdetben zavart keltettek, sőt el is homályosították a korábbi fölfedezések jelentőségét. A tudomány fejlődése nem egyenes vonalú: az újabb fölismerés nem mindig korrigálja azonnal a régebbi, hiányosabb ismeretet; néha inkább azzal fenyeget az újabb, a réginél teljesebb fölismerés, hogy ugyanakkor veszendőbe megy az, amit korábban, alacsonyabb fokon már jobban megértettek.

(C.) 6. Akusztika és színház

Szép példája az elmélet és gyakorlat egységének az antik színházépítés technikája. A Görögországot látogató utazó ma is megcsodálhatja az epidauroszi szabadtéri színpad bámulatos akusztikáját. Arról pedig, hogy ez az akusztika nem a szerencsés véletlen ajándéka, meggyőzhet bennünket a római *Vitruvius*, aki éppen a színházépítéssel kapcsolatban háromszor is visszatér az akusztika problémájára (*De architectura* V 3, 5, 8).

Az egyik helyen arról beszél, mennyire kell ügyelni a színház belső terének arányaira. Nem szabad pl. előfordulnia annak, hogy az üléssorokat helyenként megszakító körbefutó átjárók túl magasak legyenek. Mert ha ezek magasabbak a kelletténél, akkor visszaverik a hangot, és megakadályozzák azt, hogy különösen a szavak végét a legfelsőbb sorokban ülők is tisztán megértsék. Mint egyszerű, könnyen megjegyezhető szabályt állítja föl: úgy kell az egymásra következő üléssorokat elren-

dezni, hogy a legfelső és a legalsó sor legmagasabb pontját egy-egy törés nélküli egyenes köthesse össze.

Kitér ezzel kapcsolatban arra, amit főttebb *Boethius* nyomán említettünk már: a hang úgy terjed a levegőben, mint a vízbe dobott kő nyomán az egyre szélesebb körben gyűrűző hullám. De amiképpen a vízben: ha akadályba ütközik a gyűrűző hullám, visszaverődik és zavarja az utána jövő újabb hullám továbbterjedését, úgy történik ez a hang hullámaival is. Ezért kell a színház építésénél ügyelni arra, hogy a hangoknak a színpadról kifelé gyűrűző hulláma ne ütközzék akadályba.

Sőt, hozzáfűzi ehhez mindjárt azt is: miben különböznek a tóba dobott kő nyomán egyre szélesebb körben gyűrűző víz hullámok a hang hullámai-tól. A víz hullámai csak horizontálisan terjednek. A hang viszont egyszerre terjed horizontális és vertikális irányba, azaz: gömbfelületen.

Hangsúlyozza ez a rész mindjárt azt is, hogy az építészek a színházi akusztika szabályait nem egyszerűen csak a gyakorlatból, empirikusan ismerték meg, hanem a kánón, a matematika és a zeneelmélet szabályait követték.

Még érdekesebb az a másik *Vitruvius*-szöveg (V 5), amely arról ad hírt: hogyan fokozták a színházak belső akusztikáját. A leírás egyes részei azt a benyomást keltik az olvasóban, mintha a szóban forgó berendezés nem olyan nyílt színházakban, mint amilyen az athéni *Dionyszosz*-vagy az *epidauroszi* színház, hanem vagy egészen, vagy legalább részben zárt létesítményekben került volna alkalmazásra.

A római építész ugyanis nagy bronzedényekről beszél, amelyeknek az arányai mindenekelőtt a színház méreteihez igazodnak. De ugyanakkor — a leírás szerint — ezek az edények, vagy legalább kettő-kettő közülük ha megkondítják őket, a kvart, a kvint és az oktáv, illetőleg a kettős oktáv konszonzanciáját kell hogy adják. Ilyen bronzedényeket — görögül „*ékheion*” = „visszhangzó edény” a nevük — helyeznek el az ülősorok között egymástól bizonyos meghatározott távolságra, külön e célra létesített fülkékben. Fölfordítva állítják föl őket, és nem szabad sehol a falhoz érniök. A színpad felé forduló oldalukon pedig a lefelé borított száját ékekkel támasztják föl jó magasra, hogy behatoljon rajtuk a hang.

Utasítást ad *Vitruvius* arra is, hogy egy nem túlságosan nagy színházban összesen 13 ilyen visszhangzó nagy bronzedény hova kerüljön az ülősorok közé.

Ezt a rendkívül érdekes leírást pedig két, szinte még érdekesebb történeti jellegű megjegyzéssel zárja. Azt mondja ugyanis, valaki előállhatna

azzal a megjegyzéssel: De hiszen Rómában minden évben több színházat is fölállítanak. Miért nem kerülnek alkalmazásra ezekben is ilyen bronz-edények? — Nincs igaza annak, aki így beszél — feleli *Vitruvius*. Mert ezek a római színházak fából vannak. A deszkaszerkezet pedig különben is visszhangzóbb, ezekben nincs szükség ilyesmire.

Rómában tehát csakugyan nem volt ilyesmi. De volt Korinthoszban — folytatja *Vitruvius*. És mindjárt emlékeztet is rá: *Lucius Mummius*, amikor lerombolta a korinthoszi színházat (i. e. 146-ban), az ott talált és ilyen célra készült bronzedényeket mint hadizsákmányt Rómába hozta; ezeknek az árából teljesítette fogadalmát Luna templomában. Vannak azonban ilyen visszhangzó bronzedények Itáliában is ott, ahol téglából vagy márványból épültek a színházak. Sőt kisebb városokban — fűzi még hozzá *Vitruvius* —, ha nem volt bronz, az ügyes színházépítők néha agyagedényeket használtak ilyen célra. Ezekkel is jó akusztikai hatást tudtak elérni.



A harmadik Vitruvius-hely igazában csak azért érdekes, mert alighanem ez talál legjobban a sokszor megcsodált epidauroszi esetre. Itt ti. a római építész egyszerűen csak arról beszél, hogy nagyon gondosan meg kell vizsgálni előre annak a helynek *természetes akusztikai adottságait*, ahol a színházat építeni akarjuk. Persze, ez a tanács nem sokat mond, sőt annyira közhely, hogy hivatkozni se mernénk rá, ha nem volna legalább *egy* szempontból mégis figyelemre méltó. Kitűnik ti. *Vitruvius* latin szövegéből az is, hogy a görög nyelvnek nem kevesebb mint *négy* különböző szakkifejezése volt arra a fogalomra, amit mi az egyetlen „visszhang” szóval jelölünk: *katéchon*, *periéchon*, *antéchon* és *szynéchon* — aszerint, hogy honnan jött és *milyen* volt a visszhang.

1. Áttekintés

Modern kémia, amely matematikai képletekkel dolgozik és számos műszer felhasználásával pontos kísérleteket végez, *A. L. Lavoisier* (1743–1794) előtt úgyszólván nem volt. Ilyen ókori tudományról tehát nem beszélhetünk. Legfeljebb arról lehet szó, hogy egyrészt föltegyük a kérdést: Nem járult-e hozzá az antik *filozófiai spekuláció* ennek a diszciplínának az előkészítéséhez is? Másrészt pedig emlékeztethetünk az ókoriaknak néhány olyan pusztán empirikus *technikai eljárására*, amely már majdnem előzménye lehet egyes modern kémiai műveleteknek.

Természetesen réges-régen tud az ember arról — egyszerű empirikus tapasztalat alapján —, hogy vannak anyagok, amelyek *összekapcsolhatók* egymással, mások meg elég könnyen alkotórészeikre *bonthatók*. A korai filozófusok olyan elméletet kerestek az anyagra, amely racionális magyarázat lehet mind az összekapcsolásra, mind pedig a szétbontásra. Így került sor a monizmus és pluralizmus, a lét és nemlét, a kontinuitás és diszkontinuitás jól ismert vitájára. A *Thalész*, *Anaximandrosz*, *Anaximenész*, *Hérakleitosz*, valamint a korai pythagoreusok és eleaták elméleteiről kialakult viták vezettek előbb *Empedoklész* rendszeréhez — a négy „gyökérről” vagy *elemről* szóló tanításhoz —, majd *Anaxagorasz* végtelen sok és végtelenül osztható „magvaihoz”, végül pedig *Leukipposz* és *Démokritosz* atomjaihoz.

Arisztotelész nagy hatása hosszú időre — tulajdonképpen a modern atomelmélet kibontakozásáig — egy, az *Empedoklész*éhez hasonló elgondolást tett általánosan elfogadottá. *Arisztotelész* egyesítette *Empedoklész* „elemeit” a *hideg és meleg*, *száraz és nedves* ellentétpárokkal; így lett nála a négy „elem”: 1. a *föld* (hideg és száraz); 2. a *víz* (hideg és nedves); 3. a *levegő* (meleg és nedves), és 4. a *tűz* (meleg és száraz). Ezekhez csatolta mint *ötödik szubsztanciát* az égítetek éteri anyagát, a legtisztább *quinta essentiát* — ahogy ezt követői a középkorban elnevezték.

A démokritoszi atomizmus — mint ismeretes — a keletkezés-elmúlás, vagy állandó megmaradás alternatíváját azzal a tanítással oldotta föl, hogy maguk az atomok *nem* keletkeznek és *nem* múlnak el, hanem örök, elpusztíthatatlan létezők. Viszont minden, amit érzékelünk: az atomok átmeneti jellegű összekapcsolódása; a keletkezés: az atomok vegyülése (egymással való kapcsolatra lépése); az elmúlás: e kapcsolat megszűnése, szétválás. — Ezt a kissé mechanisztikusan elképzelt folyamatot helyettesíti *Arisztotelész*nél egyfelől a *potenciálisból* az *aktuálisba* való átmenet, másfelől pedig az aktuális megszűnése: visszaesés a pusztá potenciális fokára.

Ezek azok a tág és nagyon általános ókori filozófiai keretek, amelyeket a viszonylag későn kibontakozni kezdő modern *vegytan* is magáévá tudott tenni; tehát: 1. a lényegében örök anyag, amely nem teremthető és nem pusztítható el; 2. alapformák, amelyekre minden létező visszavezethető: az *elemek*; 3. az észlelt folyamatok igazában nem egyebek, mint az alapformák (az elemek) valamilyen összekapcsolódásai vagy szétválásai.

A másik szempont, amelyet az olyan ókori ismeretek vizsgálatánál érvényesíthetünk, amelyek némileg emlékeztetnek modern „kémiai eljárásokra”, az a kérdés: Hogyan jutottak ezek a legtöbbször csak *empirikus ismeretek* az ókori kísérletezők birtokába? — Ezzel a kérdéssel kapcsolatban pedig mindenekelőtt arra kell rámutatnunk, hogy alig van olyan több vagy kevesebb joggal „kémiai műveletnek” nevezhető eljárás, amelyet klasszikus görög vagy római találmánynak tarthatnánk. Az archeológia és az ismert ókori irodalmi források egyaránt arra vallanak, hogy a görögök és rómaiak ezen a téren aligha fejlesztették tovább azt, amit az egyiptomiaktól vagy babiloniaktól tanultak. Magas fejlettségi fokot ért el ezen a két utóbbi területen pl. a fémfeldolgozás, az üvegyártás, a zománcozott kerámia és a ruhaneműek festése. Viszont vannak ezekre a régi ismeretekre vonatkozó görög és latin irodalmi források — olyanok is, amelyekre itt egyáltalán nem térünk ki. Csak mellékesen említjük meg azt is, hogy „ókori kémiai ismeretek” cím alá lehetne vonni a középkori *alkímia* antik előzményeit. Ezek főként papiruszokon maradtak ránk; véleményünk szerint ezek nem tartoznak a tudománytörténet keretébe.

2. Kémiai apróságok (1, 2, 3)

1. Mint egyik legrégebbi, irodalmilag is megörökített kémiai jellegű eljárást tarthatjuk számon *Arisztotelész* tanítványának, *Theophrasztesz*-nak azt a tanácsát: *Hogyan főzzük a fűszereket* – akár akkor, ha az a célunk, hogy vérzéscsillapítót nyerjünk belőlük, akár ha illatos folyadékot akarunk készíteni? – Ne tegyük az edényt, amelyben főzünk, közvetlenül magára a tűzre. Töltsünk egy nagyobb edénybe vizet, abba állítsuk főzőedényünket – lehetőleg úgy, hogy még a feneké se érje a külső edény alját –, és csak a vizet forraljuk az elkészítendő preparátum körül. Ezzel ti. enyhítjük a tűz erejét, és lassítjuk a főzést. Ellenkező esetben egyrészt sok anyagot pazarolnánk, másrészt annak a veszélynek tennénk ki magunkat, hogy a készítendő illatszernek némi „égett szaga” lenne. (Az „illatokról” szóló munkájában beszél erről *Theophrasztesz*; *Hort* 22.)

2. A desztillálás (lepárlás) műveletéről két ízben is megemlékezik *Pedaniusz Dioszkouridész* a gyógynövényekről szóló munkában. Az egyik alkalommal (I 72. 3) arról beszél, hogyan nyerhetünk *tiszta kátrányolajat*, azaz: hogyan szabadulhatunk meg attól a vizes, savószerű folyadéktól, amely bevonja a kátrány tetejét. – Főznünk kell lassú tűzön a kátrányt, miközben az edény fölé, közel magához a preparátumhoz, száraz gyapjút helyeztünk el. Főzés alatt a gyapjú magába veszi a felszálló gőzt, ezért közben többször ki kell csavarnunk. Ezt a műveletet megismételjük egy párszor, míg végül csak a tiszta kátrány marad hátra.

Egy másik alkalommal viszont (V 95. 1–2) azt mondja el: Hogyan nyerünk higanyt a *cinnabarit* (görögül: *kinabari*) nevű ásványból.* A vastartóba rakott cinnabaritot agyagedénybe helyezzük. Az agyagedény fölé egy másik, szájával lefelé borított, palackszerű edényt rakunk, és az egészet jól körültapasztjuk agyaggal, hogy az edényből a gőz csak a palackba juthasson. Aztán tüzet rakunk, és faszénnel tüzelünk az agyagedény alatt. A korom, ami belül hozzátapad a fedőpalack falához, ha lekaparjuk és lehűtjük: higany. Megjegyzi még forrásunk, hogy

* Az *Értelmező Szótárban* (1978) *cinóber* címszó alatt ezt olvassuk: „Narancsvörös színű, porrá törve élénkebb piros, jelentős mennyiségű higanyt tartalmazó érc.” – Ugyanerről a *Természettudományi Kislexikon* (1971) *cinnabarit* néven ezt írja: „HgS; a háromszöges kristályrendszerbe tartozó, vörös színű ásvány. Gyémánt fényű. Apró kristályok alakjában vagy földes bevonatként fordul elő. Főleg 100 °C körüli hőfokú melegvizet oldatokból válik ki. A higany legfontosabb ásványa.”

találunk higanyt cseppekben azoknak a helyiségeknek a mennyezetén is, amelyekben ezüstérccel dolgoznak. Némelyek azt állítják, hogy előfordul a bányákban szabad higany is. Egyébként a higanyt legjobb üvegben tartani — jegyzi meg *Dioszkouridész*, mert másfajta edénybe beleeszi magát, és mindenféle anyaggal összevegyül. (Csak mellékesen említjük meg, hogy a ránk maradt szöveg *tévesen* olyan anyagokat is felsorol, mint higany tartására alkalmasakat, amelyek a valóságban amalgámot alkotnak a higannyal, pl. az ón vagy az ezüst. Valószínű, hogy romlott, azaz utólag helytelenül kiegészített szöveggel van dolgunk.)

3. Egy másik „kémiai recept”, amelyet *Theophrasztesz*nál találunk — ezúttal a „kövekről” írt munkában: Hogyan nyerik a *fehér ólmot* mint fehér festéket. Agyagedényben kb. téglá nagyságú ólomdarabot helyeznek el ecetben. Majd egy idő múlva — forrásunk szerint hozzávetőleg 10 napon belül —, amikor már kívül rozsdaszerű réteg vonta be az ólmot, ezt lekaparják róla. A művelet többször egymás után megismételik, amíg el nem fogy az egész ólom. Aztán a lekapart reszeléket mozsárban porrá törik és filtrálják. *Theophrasztesz* szerint ez a *fehér ólom*.

Egyébként magát az ólmot általánosan használták — különösen a rómaiak — *vízvezetékcsövek* készítésére, jóllehet ez nem egészen veszélytelen. Mert ha a víz agresszív szénsavat tartalmaz, akkor ez az ólomcső felületén levő ólom-karbonátot ólom-hidrogén-karbonát formájában oldja, ez pedig mérgező hatású. — Tudta ezt már *Vitruvius* is. Ezért írja egy alkalommal (VIII 6, 10), hogy *egészségesebb az agyagcsövekben és nem az ólomcsövekben vezetett víz*. — Nem ez az egyetlen nyoma annak, hogy az ókoriak ismerték az ólommérgezés veszélyét.

3. Az arany

A fémek közül különösen az *arany* kötötte le a figyelmét azoknak, akik már az ókorban kémiai jellegű kísérleteket végeztek. A sok kísérletezésnek annyi haszna mindenesetre volt, hogy elég jól megismerték ennek az elemnek több lényeges kémiai tulajdonságát. A római polihisztor, *Plinius* teszi föl egy alkalommal a kérdést (*Nat. hist.* XXXIII 58–65): Tulajdonképpen miért is becsülik olyan sokra az aranyat? — Mindaz, amit erre a kérdésre válaszul összeállít, távolról sem egzakt tudományos megállapítás ugyan, de érdekes abból a szempontból:

Mit tudtak, és mit *nem* tudtak az aranyról az ókorban? — A következőkben néhány idézőjelbe tett pont — tehát „1” stb. — *Plinius* véleményét ismerteti, a megfelelő zárójelbe tett pontok pedig — azaz: (1) és így tovább — a hozzáfűzhető modern kommentárt adják.

„1” Hiszen az ezüst fényesebb, ragyogóbb, mint az arany — mondja *Plinius*. Ezért érthetőbb lenne, ha az ezüstöt tartanák többre. A katonák is inkább az ezüstöt, nem az aranyat használják,* mert messzebbre látszik a csillogása. A drágakövek, ékszerek sem lesznek becsesebbek attól, ha olyan a színük, mint az aranyé. Nem lehet szó arról sem, mintha az aranyak nagyobb volna a súlya, formálhatósága, mint a többi fémé. *Mind a két szempontból különb nála az ólom.*

(1) Íme, az első feltűnő tévedés *Plinius* állításai között. Nem igaz, hogy az ólom súlyosabb vagy formálhatóbb, mint az arany. Az arany fajsúlya 19,5, az ólomé pedig csak: 11,3; ugyanígy az arany formálhatóbb is, mint az ólom.

„2” Az arany az egyetlen anyag, amely nem veszít súlyából, ha izzítják; kibírja a tűzvészt és a hamvasztó máglya tüzeit, sőt, minél többször hevítik, annál különb lesz; még a vörösizzás fokán sem veszíti el természetes színét.

(2) Vannak kisebb pontatlanságok ezekben a megállapításokban is. Az arany *nem* az egyetlen tűzálló anyag; más összefüggésben *Plinius* is említi az *azbesztnek* ugyanezt a tulajdonságát. Az is csak részben állja meg a helyét, hogy az arany izzítás közben nem veszít súlyából: 1062 °C-nál magasabb hőmérsékleten illóvá lesz.

„3” Tisztaságának legbiztosabb jele: magas olvadáspontja. De milyen különös, hogy az az anyag, amely kibírja még a legtöbb hőt adó fából készült faszén izzítását is, hevíthető *szecskával*, és ha tisztítani akarják, ólommal olvasztják össze.

(3) Bár meglepő a „szecskát” említő állítás, de megtaláljuk ugyanezt *Plutarkhosznál* is. Csakugyan elég lenne a *szalmatűz* az arany megolvasztásához? A modern magyarázók úgy gondolják, hogy ez inkább a kemencétől függ. A fellobanó szalma gyorsan ég, mert *nagy oxigéntartalma* megkönnyíti ezt a folyamatot; de éppen ezért a hirtelen keletkező hő is elég nagy. Elképzelhető tehát, hogy kellő mennyiségben a szalma (vagy szecska) csakugyan fölhasználható

* Utalás a római hadijelvényekre.

az arany megolvasztásához. — Ami pedig a másik állítást illeti: egyes szakértők szerint az ólmot ma is használják, ha színaranyat akarnak nyerni. Ha ti. az arany és ólom ötvözetét csontszéntűzhelyen hevítik, az ólom lithargyrummá (ólom-oxid) oxidálódik, ami a felületről könnyen eltávolítható. Az arany (és vele együtt az ezüst, ha az is volt benne) tisztán marad hátra.

Másik fontos tulajdonsága, ami miatt becsben tartják az aranyat — folytatja *Plinius* —, hogy nem kopik egykönnyen. Ugyanakkor rendkívül vékony, finom lemezekké lapítható...

A természetben rögökben vagy finom por alakjában fordul elő. A többi fémét, ha kibányászták, előbb még pörkölni, finomítani, olvasztani kell. Az arany azonban, úgy ahogy megtalálták, máris arany. Egyes esetekben mégis ki kell vonni az aranyat az anyakőzetből. Végül pedig:

„4” Sem sós víz, sem ecet nem marja ki. „Rozsda”, „patina” nem fogja, nem csökkenti eredeti súlyát.

(4) *Plinius* nem említi, de érdemes kiegészíteni szavait azzal, hogy erős oxidálószerekben az arany is oldódik. Reagál pl. egyes halogén anyagokra, mint klór, bróm, jód; vagy oldható az ún. királyvízben (aqua regia); a királyvíz salétromsav+sósav 1 : 3 arányú elegye.

Megemlíti még *Plinius*, hogy az arany fonható és szőhető is. A hagyomány szerint az egyik római király (*Tarquinius Priscus*) aranyruhában tartotta diadalmenetét. De az író maga is tanúja volt annak, amikor *Claudius* császár felesége, *Agrippina* aranyból szőtt ruhában jelent meg a nyilvánosság előtt. Az arany szövése keleti, kisázsiai találmány.

4. Kőzetek, fémek, földtörténet

Jóllehet a kővek, ásványok és fémek felhasználása elég elterjedt volt a régieknél, arról, hogy az ókor az ezekre vonatkozó ismeretekből rendszeres tudományt épített volna föl, nem lehet szó. Ha itt-ott fölbukkan is néha egy-egy érdekesebb ilyen tárgyú gondolat, ez legtöbbször megmarad a pusztá kuriózum színvonalán. *Theophrasztesz* írt pl. egy értekezést a „kövekről”, amelyben megkísérli a kővek és ásványok osztályozását, de tudományos jellegűnek ezt a munkát csak akkor nevezhetjük, ha beérjük egy nagyon szerény negatívummal: mindabban, amit ez a szerző elmond, megmarad az *ésszel érthetőnek*, a *racionalisnak a határain belül*,

nem terjeszt tehát pl. babonás hiedelmeket a kövekkel kapcsolatban, amint erre akad már példa a későbbi alexandriai irodalomban.

Egyébként *Theophrasztosz* a kőzetek és fémek osztályozásában az arisztotelészi elmélet színvonalán mozog. *Arisztotelész* ugyanis — akinek a „négy elemről” szóló tanítását már érintettük — a *száraz* és *nedves* ellentétének megfelelően kétféle „kipárolgásról” beszélt (*Meteorologica* III 6, 378a18): az egyik, a „füstszerű”, a *száraz* kipárolgás; a másik meg, a „nedves” olyan, mint a *gőz*. A száraz kipárolgás lerakódásai az „ásványok”, illetőleg „kőzetek”. Ezek — mint *Arisztotelész* elmagyarázza — nem olvashatók. A „nedves kipárolgás” viszont, ha lecsapódik és megfagy: fém lesz belőle, mint a vas, a réz, az arany és az ezüst.

Úgy látszik tehát, *Arisztotelész* azért sorolja a „nedves kipárolgás” eredményei közé a fémeket, mert ezeket a feldolgozás során megolvastják. A fém tehát cseppfolyós állapotba kerülhet, és ez máris emlékeztet a cseppfolyós legismertebb és leggyakoribb alakjára, a vízre. Némi fényt vet ez arra is, mit értsünk azon, hogy *Arisztotelész* „négy eleme” közül az egyik a *víz*. Amikor ezt állította, valószínűleg nemcsak magára a vízre gondolt, hanem talán mind arra, ami „olyan lehet, mint a víz”. Hiszen az előbbieket szerint *Arisztotelész* többé-kevésbé a vízhez kellett sorolja a fémeket is.

Nagy egészében ezt az elméletet követi *Theophrasztosz*. Nála azonban tovább bonyolódott a kérdés — nagyjából a következő vonalon. Ha a kőzetek a „száraz kipárolgás” nyomán sűrűsödtek össze — tehát abból, amit *Arisztotelész* füstszerűnek nevezett —, mitől következett be az összesűrűsödés maga? A hidegtől-e, a melegtől-e, vagy mind a kettőtől? — *Theophrasztosz* mind a három okot lehetőségeknek tartotta.

*

Több figyelmet érdemel ennél az elég terméketlen osztályozgatásnál, spekulációnál a régieknek egy-egy, a Föld történetére vonatkozó éles szemű észrevétele, találó következtetése. Már *Xenophanész* — az eleaták előfutára az i. e. 6. században — arról beszélt pl., hogy a Föld hosszú története során hol elárasztott mindent a tenger, hol meg visszavonult a víz, és újra kiszáradt. Alátámasztotta pedig ezt az elgondolását *Xenophanész* azzal, hogy arra emlékeztetett: tengeri halak és növények lenyomatait találták Szirakuza bányáiban; ugyanígy Parosz és Málta szigetén. Ilyen

maradványok csak akkor kerülhettek oda, amikor a szóban forgó lelőhelyek még nem szárazföld, hanem tenger voltak.

De találkozunk ilyen gondolatmenettel *Arisztotelész*nél is. Egy ízben pl. kifejti (*Meteorol.* I 24), hogy Alsó-Egyiptom nyilván később lett letelepülésre alkalmas vidékké, mint azok a részek, amelyek a Nílus folyása mentén feljebb fekszenek. Mert az a rész, ahol a Nílus lerakja iszapját, előbb mocsarassá lesz, és csak később szárad ki annyira, hogy alkalmas legyen a földművelésre. Ezután egy ideig virágzó, termékeny terület a kiszáradni kezdő földdarab. De aztán később tovább fokozódik a szárazság, és újra kopárrá lesz az átmenetileg termékeny lett vidék.

A gondolatmenet előbb csak a Nílushoz kapcsolódik, de aztán egyre általánosabbá lesz. Valamivel később már arról beszél *Arisztotelész*: minthogy az időnek nincs vége, és a világ örök, nyilvánvaló, hogy sem a Tanaisz (a Don), sem a Nílus nem folyt mindig ott, ahol ma folyik. Volt idő, amikor száraz volt a terület, ahol ma ezeknek a medre van. Hasonlóképpen érvényes ez a többi folyóra is. Ha pedig a folyók keletkeznek és elmúlnak, és a Földnek nem voltak mindig ugyanazok a részei szárazak meg folyóvízzel öntözöttek, akkor így kell ez legyen a tengerrel is. Ha a tenger az egyik helyen előrenyomul, a másikon meg visszahúzódik, akkor a tengerek sem voltak mindig az egész Földnek ugyanazokon a részein...

*

A tenger problémája különben is sokat foglalkoztatta az ókori természettudományt. Kiemelünk itt még néhányat az ezzel kapcsolatban fölmerült további kérdések, megoldási kísérletek közül.

Az egyik kérdés pl. ez volt. Nyilvánvaló, hogy minden nap óriási mennyiségű víz ömlik a tengerekbe. Nemcsak a folyóvizek túlnyomó többsége kerül közvetlenül vagy közvetve ide, rengeteg eső, zápor is áztatja a tengert éppen úgy, mint a szárazföldet. Megvannak azonkívül a tengernek is a forrásai, éppen úgy, mint a száraznak. Hogyan lehetséges akkor, hogy a tenger mégsem lesz nagyobbá ettől a sok víztől? Miért nem nagyobb a tenger ma sem, mint tegnap volt? — Szögezzük le mindenekelőtt, hogy ez a kérdés csak látszólag mond ellent a másiknak, *Arisztotelész* főntebb tárgyalt megállapításának, hogy ti. a tenger az egyik helyen előrenyomul, a másikon meg visszahúzódik. Mert ez a megállapítás csak *következteti* — hosszabb történeti múltra visszatekintve —, hogy a tenger

partvonalai változnak. Az, amit rövidebb időszakon belül *tapasztalni* látszunk: a tengerek tömegének *változatlan* mennyisége. Nem mond el-
lent ennek az sem, hogy a partvonalak *hosszabb időn belül* változnak —
amint ezt ki tudjuk következtetni —, minthogy ez a változás különben
sem pusztán csak „növekedés”, hanem ugyanakkor a másik oldalon
„csökkenés” is.

A tengerek *tapasztalható* változatlanságát több antik forrás (pl.
Lucretius, VI 608—622) két gondolattal okolja meg. Egyrészt utalnak
arra, hogy a tengerek víztömege óriási kiterjedésű, ehhez képest a naponta
beléjük áramló vízmennyiség *alig több egy cseppnél* — azaz: észrevétlen
marad. Másrészt pedig emlékeztetnek arra, hogy a Nap hője milyen sok
vizet tud elpárologtatni. Ha kiteszük forró nyári napra száradni a csu-
romvizes ruhát, rövid idő múlva nyoma sem marad rajta a nedvességnek.
A tengerek óriási felülete pedig még inkább alkalmat ad arra, hogy a Nap
hője rengeteg vizet fölszívjon belőle.

*

Egy másik ókori probléma volt: *a tenger vizének sótartalma*. Magától
értetődő, hogy ez a víz az ember számára nem élvezhető. De nem tud-
nánk-e valahogy megszabadítani a tenger vizét a beléje került sótól, és
ihatóvá tenni? *Arisztotelész* erre a következő kísérletet ajánlja (*Meteor.*
II 3):

Készítsünk egy edényt viaszból, és tömjük be jól a száját, hogy a nyílá-
son keresztül ne juthasson víz a belsejébe. Aztán állítsuk ezt az edényt
teljes egészében tengervízbe. Az a víz, amely az edény falain keresztül a
belsejébe szivárog, édes lesz; a viasz megszűri a vizet, és nem engedi át
azt az anyagot, ami korábban sós ízűvé tette. — Érdekes, hogy az antik
irodalomban többször is találkozunk ennek a kísérletnek az említésével.
A legrégebb szerző, aki ezt talán először ajánlotta, tudomásunk szerint
Xenophanész volt (Diels A 66). De hiába próbálták ki ezt a „receptet” az
újkorban, *a kísérlet nem vezetett a kívánt eredményre*.

Kiemeli *Arisztotelész* ebben az összefüggésben azt is, hogy éppen só-
tartalma miatt nehezebb és sűrűbb a tenger vize, mint az édesvíz. Ettől
van az is, hogy a túlterhelt hajók, amelyek a folyóvízben csaknem el-
süllyednek, a tenger vizén biztonsággal úsznak.

Majd kitér *Arisztotelész* ezen a helyen a palesztínai Holt-tengerre,
amelyben az ember nem is tud a víz színe alá süllyedni. Ennek annyira

keserű és sós a vize, hogy hal sincs benne. Majd elmondja, hogy Khaóniában (Epirus) van egy forrás, amelynek vizéből az ott élők sót főznek. De ez a só gyengébb, mint a közönséges konyhasó, és nem is olyan tiszta fehér; az íze meg édeskés. Amikor lefőzik a sót a vízből, nem rögzökben, darabosan, hanem pelyhekben rakódik le, mint a hó.

*

Végül pedig legérdekesebb mind tudományos, mind történeti szempontból a tengerre vonatkozó ókori elméletek közül az *árapályról és dagályról* szóló tanítás. Mielőtt ezt ismertetnénk, bocsássuk előre, hogy a dagály — amint ez ismeretes — a Földön nem mindenütt egyforma. Vannak helyek, ahol alig érezhető, másutt meg valóságos özönvíz, amely roppant területeket áraszt el. Az egészen vagy részben zárt vízmedencékben általában gyenge. A Földközi-tenger egész partvidékén nem túl erős, sőt az Adriai-tengerben úgyszólván minimális.

Lehet, hogy ezzel függ össze az is, hogy az ókoriak csak akkor kezdtek ezzel a jelenséggel foglalkozni, amikor már ismerték valamennyire a Földközi-tenger medencéjén kívül eső tájakat. Aligha véletlen, hogy az árapály és dagály legrégebb időre vonatkozó említése — és ezzel együtt a jelenségnek lényegében helyes magyarázata — annak a *Pytheasz*nak a nevéhez kapcsolódik, aki a 4. században bejárta Európa nyugati és északi partvidékét.

Mint *Aetius* gyűjteményében (*Placita* III 17) olvassuk: a masszaliai *Pytheasz* azt tanította, hogy a dagály és apály a Hold járásával függ össze. Hozzáfűzi ehhez forrásunk az i. e. 2. század közepe táján élő *Szeleukosznak* azt az elméletét, hogy a Hold útja a Föld körül hatással van a Föld és a Hold közötti *levegőtömegekre*; ezek az utóbbiak hoznák mozgásba az Óceán vizét, így keletkeznék a dagály.

Egy másik forrás (*Sztrabón* C 174) *Poszeidónioszra* hivatkozva elmondja azt is, hogy *Szeleukosz* rájött: a dagály és apály szabályos vagy szabálytalan volta attól függ, hol jár a Hold.* Amikor a Hold egy Egyenlítő síkjában látszik mozogni, szabályos a tengerjárás, de szabálytalan, amikor a Hold pályája eltávolodik ettől.

* A Hold járásán kívül a Naptól, és a *Szeleukosznak* tulajdonított szabályon kívül még egyébtől is függ a tengerjárás ún. szabálytalansága.

1. Antik ismeretterjesztés

A tudománnyal való foglalkozás természetszerűleg azzal a következménnyel is jár, hogy az a kisebb kör, amely feladatának érzi ezt a fajta szellemi munkát, többé-kevésbé elkülönül, kiválik a nagyobb közösségből. Minél jelentősebb, eredetibb a fölfedezés vagy gondolat, amelynek jegyében az a néhány ember tevékenykedik, akikből kialakul egy-egy tudományos csoport, annál könnyebben bekövetkezik a helyzet, hogy a többiek, akik kívül maradtak a csoporton, nem látják világosan, nem egészen értik: Miről is van szó tulajdonképpen? Ma, a tudományok nagyfokú specializálódása korában szinte természetes, hogy az egyes területeknek megvannak a maguk *szakértői*, akik egyáltalán hozzá tudnak szólni a felmerülő kérdésekhez.. A többiekről, akik nem szakemberek egy-egy tudományos problémakörben, még az sem bizonyos, hogy egyáltalán értik-e azt a szaknyelvet, amely gyakran nélkülözhetetlen magának a kérdésnek a megfogalmazásához.

Ez, persze, nem okvetlenül jelenti egyszersmind azt, mintha a tudomány művelői szándékosan el is akarnának zárkózni a nagyobb közösségtől. Bár néha előfordul az arisztokratikus elzárkózás, de sok esetben egyszerűen csak kényszerhelyzetről van szó. Mert gyakran nem könnyű megtalálni a közlésnek azt a módját, amely lehetővé teszi, hogy a tudomány eredményei, az új gondolatok szélesebb körök számára hozzáférhetőkké legyenek. Így aztán könnyen szétválik az alkotó, új eredményeket kereső tudományos munka az egyik oldalon, a másik oldalon meg az eredmények (vagy vélt eredmények) továbbadása, terjesztése, a tanítás vagy népszerűsítés.

Felmerül, persze, ezzel kapcsolatban mindjárt az a másik kérdés is: Vajon mennyi az, ami egy-egy tudomány eredményeiből a szakemberek szűk körén túl csakugyan továbbadható, népszerűsíthető? Milyen mértékben szélesíthető ki adott konkrét esetben az a kör, amely eredetileg

feltehetően csak azt a néhány specialistát foglalta magában, akik kezdeményezői voltak az új gondolatnak vagy felismerésnek?

Úgy látszik, az ókorban elég hamar szét is vált a „tudomány” és a „népszerűsített tudomány”. Már a pythagoraszai közösségről azt tartotta a hagyomány, hogy volt a tanítványoknak egy belső köre — ezek voltak a *matematikusok* —, és volt egy külső, szélesebb kör; ez az utóbbi a „hallgatókból” állott, akiknek neve görögül: *akouszmatikoi*. Bár a források alapján ezt inkább csak sejtjük, de az lehet a benyomásunk, hogy a beavatottak, a pythagoraszai tudomány igazi művelői a „matematikusok” voltak. A másik pedig azoknak a csoportja lehetett, akik csak *hallgatva* ismerték meg a mester tanításainak bizonyára egyszerűbb, népszerűsített formáját.

Feltehetően ilyen szétválásról tanúskodik később, az i. e. 5. században a *szofisztika* néven ismert mozgalom is. Bár a szofisták egy része új eredményekkel is beírta nevét a tudomány történetébe — a khioszi *Hippokratész* és az éliszi *Hippiasz* pl. kiváló matematikusok voltak, mind a kettőnek ismerjük új, figyelemre méltó eredményeit —, mégis az, amit *Platón* dialógusaiból a szofistákról megtudunk, arra vall, hogy közülük legtöbben a tudomány terjesztését, népszerűsítését tartották feladatuknak.

Még fontosabb lett számunkra, késői utódok számára az a fajta tudománynépszerűsítés, amelyet *Arisztotelész* és *Theophrasztosz* kezdeményeztek. Összegyűjtötték és könnyen áttekinthető formában rendszereztek — nyilván éppen azok számára, akik fárasztónak, nehéznek találták az eredeti művek tanulmányozását — a régebbi, a *Szókratész* előtti filozófusok tanításait, véleményeit, *doxáit*. Ez lett az alapja azoknak a tömörebbnél tömörebb összefoglalásoknak, iskolás kompendiumoknak, az ún. *doxographus-irodalomnak*, amelyből úgyszólván minden, a korai görög tudományra és filozófiára vonatkozó ismeretünket merítjük.

Különösen fölvirágozott a tudományt népszerűsítő irodalom a hellenisztikus korban. Egymás után jelentek meg a legkülönbözőbb tudományok szélesebb körök számára írt ismertetései, versbe foglalásai. Egyik-másik híresebb munkát meg kommentátorok magyaráztak, igyekeztek érthetőbbé tenni, közelebb hozni az átlagos olvasóhoz. Gondoljunk pl. csak arra, hogy még a 4. század első felében *Platón* fiatalabb kortársa, *Eudoxosz* megírta *Phainomena* címen a csillagos ég ismertetését. Nem telt bele száz év, amikor ugyanezt a munkát a makedón király, *Antigonosz Gonatasz* biztatására egy *Aratosz* nevű költő versekbe foglalta. Nyilván úgy gondolták, hogy a versbe foglalt munka érdekesebb, könnyebben olvas-

ható lesz, mint a száraz prózai értekezés. És ebben, úgy látszik, nem csatlódtak. Ezután ti. már csak arról hallunk, hogy voltak, akik összehasonlították a verses feldolgozást az eredetivel, és úgy találták, hogy *Aratosz szakmai kérdésekben mindig hűségesen követte Eudoxoszt*.

Attól eltekintve azonban, hogy a vers helyettesítette a prózát, *Eudoxosz* művének diadalútja még csak *Aratosz* után kezdődött. Már az i. e. 2. században a nagy ókori csillagász, *Hipparkhosz* részletes kommentárt, magyarázatot írt ehhez a verses *Phainomená*hoz. Fenn is maradt *Hipparkhosz*nak ez az ifjúkori írása, amelyben az egyik mondat szó szerint ezt állítja:

„*Aratosz Phainomenái*hoz többen írtak már kommentárt mások is. Leggondosabban ezt a feladatot véleményem szerint kortársunk, a matematikus *Attalosz* oldotta meg.”

Hipparkhosz azonban a több korábbi kommentár ellenére sem tartotta fölöslegesnek munkáját. — De ezzel még korántsem lett vége a sornak. Megint nem telt bele 100 év, amikor a fiatal római szónok, *M. Tullius Ciceró* latinra fordította *Aratosz* verseit, így közvetítette honfitársai felé azt a tudományt, amelyet prózai formában még a 4. századi *Eudoxosz* rendszerezett.

Hogy milyen széles körben elterjedt volt a tudományok hellenisztikus kori népszerűsítése, arra mutat többek között már az a sokféle név is, amely ennek az irodalomnak különböző műfaji árnyalatait jelöli.

A tudományágat, amelyet szélesebb körben ismertté akartak tenni, görögül legtöbbször csak mint valami „*techné*”-t jelölték meg. Ezt fordították latinra az *ars* szóval; *ars* pedig nagyon sokféle volt, nemcsak *ars poetica*, *ars musica* vagy *ars medicina*, hanem még akár *ars militaris* is. A kommentár görög neve „*exégészisz*” vagy „*hyphégészisz*” (magyarázat), esetleg egyszerű „*eiszégészisz*” (bevezetés). Ha szerényebb volt a szerző, akkor „emlékeztető összefoglalás” = „*hypomnéma*” is lehetett. Jóval igényesebb volt ennél az, amikor már „*kézikönyvről*”, „*enkheiridion*”-ról beszéltek.

2. Lucretius Carus

Sokat merítettünk a hellenisztikus forrásokat fölhasználó népszerű antik tudományból már a megelőző fejezetekben is. Annak a *Kleomédész*-nek a műve pl., akit a Csillagászatról szóló részben említettünk, vagy az a latinul író *Pomponius Mela*, akit a földrajzi áttekintésben idéztünk, ebbe

a kategóriába tartoznak. De ilyen hellenisztikus forrásokból származik tulajdonképpen mindaz, amit több-kevesebb joggal az antik Róma „tudományának” nevezhetünk. Ezt a tudományt, persze, aligha merné valaki eredetinek, újnak vagy jelentősnek nevezni. — A meglepő csak az, hogy mégis akadt római, aki ebben a különös műfajban olyasmit alkotott, amit nemcsak a tudomány története tart számon, hanem amit sokan minősítettek már az egész világirodalom egyik legnagyobb művének. Annak a *Lucretiusnak De rerum natura* című tanítókölteménye ez, akiről volt már szó ebben az áttekintésben az antik atomelmélettel kapcsolatban. De vessünk itt rá most újra egy pillantást. Mi az, ami ezt a művet olyan egyedülállóvá teszi?

Mindenekelőtt szögezzük le, hogy *Lucretius* műve nem olyan faragott hexameterekből áll, mint amilyenek *Aratosz* versei. Az ő sorai — ahogy éppen az előadott tárgy megkívánja — hol áradva hömpölyögnek, hol fenségesen dübörögnek, hol meg elbűvölő muzsikával zengenek. Csak igazi költő tudja úgy kezelni a nyelvet, ahogy ő. Néha alig tudjuk elhinni, hogy egyszerű tanítókölteménnyel van dolgunk, amelynek mondanivalóját a szerző készen találta ócska kézikönyvekben, éppen csak hogy versben kellett elmondania azt, amit olvasott. . . Bármilyen különösen hangzik is, de azt kell mondanunk, hogy az, amit *Lucretius* előad, az *élmény erejével hat reánk*. Nemhiába nevezték őt már „a római szellem legtehetségesebb alkotó egyéniségének”. Ugyanazt a bámulatot, szinte áhítatos tiszteletet ébreszti olvasójában, mint amit benne keltett a legnagyobb csoda, a természet.

Káprázatosan széles a témák skálája, amit műve egyetlen pillantással átfog a végtelen világok óriási méreteitől az állati és növényi lét parányi mikrokozmoszáig. Megsejteti velünk az atomok villámgyors mozgását a szilárd testek mozdulatlan merevségében. Anticipálja nemcsak a modern atomelmélet számos gondolatát, hanem a létért folyó örök harc és a természetes kiválasztódás kegyetlen darwini törvényét is. Az univerzum fenséges látványa éppen olyan „ultramodern” gondolatokat ébreszt benne, mint ahogy „korszerű” magyarázata van az emberi őstörténetre, a nyelv, a kultúra kibontakozására és az egész társadalmi fejlődésre. . .

Kb. így jellemezhetjük *Lucretius* művéből azt, ami már a múltban is annyi gondolkozónak, tudósnek és költőnek gyújtotta föl a képzeletét, és ami ma is lelkesedéssel tölti el azokat, akik tudnak még csodálkozni. Pedig van ennek a műnek egy másik oldala is. Mert nézzük csak meg közelebbről. . .

Lucretius áhitatos tisztelettel beszél mesteréről, arról az *Epikurosz*ról, aki csaknem 300 évvel korábban élt. Pedig ennek az *Epikurosz*nak új és önálló gondolata — az etikától eltekintve — aligha volt. Szinte mindaz, ami a tudománytörténetet abból az epikuroszai tanításból érdekelheti, amelyet számunkra éppen *Lucretius* közvetít, sokkal inkább az 5. századi *Démokritosztól* (illetőleg *Leukipposztól*) származik, és nem magától *Epikurosz*tól. Nem valószínű, hogy *Epikurosz* akár csak egyetlenegy igazán jelentős önálló gondolattal gazdagította volna a tudományt.* Éppen ellenkezőleg, könnyen kimutatható róla, hogy gondolkozásában messze mögötte maradt annak, ami az ő idejében *korszerű tudomány* volt. Mert már abban az időben nemcsak tudománytalan gondolat, hanem egyszerűen a *műveletlenség jele* volt arról beszélni, hogy „a Föld lapos és kerek”. Komoly gondolkozó azt se igen merte volna ebben az időben már a Napról állítani, amit *Epikurosz*, hogy ti. „valóságos méretei és hőmérséklete kb. ugyanaz lehet, mint amilyennek tapasztaljuk”. Vagy ami még ennél is rosszabb: hogy a Nap minden este, amikor lenyugszik, *kialszik*, és minden reggel, amikor fölkel, *kigyullad*, és ugyanígy, persze, a csillagok is. . .

Mindez — és még sok más ehhez hasonló, ami mind megtalálható *Epikurosz*nál éppúgy, mint *Lucretius*nál — természetesen nemcsak a modern, hanem már az antik tudomány szempontjából is gyerekes badarság volt már akkor is, amikor először így megfogalmazták.

De hát csakugyan, ez volna a legtudománytalanabb *Epikurosz* elméletében? Azt kellene leginkább fölírónunk neki, hogy egyszerűen sejtelve sem volt nemcsak az asztronómia, hanem a többi egykorú antik matematikai diszciplína eredményeiről sem? Nem árulkodik-e még ennél is jobban — *mind Epikurosz, mind Lucretius tudománytalan gondolkozásáról* — az a tény, hogy sokszor ugyanarra a jelenségre négy-öt alternatív magyarázatot is adnak? Mintha ezekben az esetekben nem is az lett volna a lényeges, hogy csakugyan magyarázatot adjon — akár a filozófus *Epikurosz*, akár tanainak propagálója, *Lucretius* —, mint inkább az, hogy találékonyságát (vagy inkább irodalmi tájékozottságát?) csillogtassa.

* Vö. föntebb „Az atomok mozgása” című fejezettel is,

3. Az „orator” és a tudomány

A hellenisztikus ismeretterjesztés volt a forrása mindannak, ami a görög tudományból az antik Rómába eljutott. A későbbiekben meglátjuk majd, milyen különös irodalmi műfajt teremtett ebből a római polihistorok szenvedélye. Előbb azonban nézzük meg közelebbről: Hogyan gondolkozott a tudományról az a római, aki kortársai között mindenestre az egyik legműveltebbnek számított: *M. Tullius Cicero*?

Említettük már, hogy fiatal korában lefordította *Aratosz Phainomenáit*. Ez azonban távolról sem jelenti azt, hogy valamit is értett volna az asztronómiához. Sőt, nem is valószínű, hogy érdekelte volna a csillagászat — amint ez majd hamarosan kiderül róla. Öregkorában, amikor már túl volt a közéleti tevékenység első nagy viharain, és amikor a római belpolitika alakulása tétlenségre kárhoztatta, hirtelen a filozófia felé fordult az érdeklődése. Lázas buzgalommal egyre-másra írta, sőt ontotta magából a filozófiai értekezéseket. Nyilvánvaló célja ezzel az volt, hogy latin nyelvű filozófiai irodalmat adjon Rómának. De hogyan ítélte hát meg ő maga ezeket az írásait, amelyek mégiscsak egy-egy hasonló tárgyú görög értekezés hirtelen készült visszhangjai?

Egyik, *Atticushoz* intézett levelében azt írja róluk:*, „Másolatok ezek, nem sok munkámba kerülnek, csak a szavakat adom hozzájuk, amiben nem szűkölködöm.” Az persze, aki ezt az idézetet így kiszakítva, önmagában olvassa, könnyen azt hiheti: Íme, mégis milyen szerény, és milyen találóan ítéli meg ezt az egész munkásságát! — Pedig igazában az „orator” minden, csak nem szerény!

Gondoljunk pl. arra, hogy *Atticus* egyszer arra biztatta *Cicerót*: *írjon földrajzot!* Mindjárt küldött is neki egy mintát, *Szerapiónnak* egy könyvét, amit *Cicero* éppen olyan szabadon tolmácsolhatott volna latinul, mint ahogy ebben nagy gyakorlata volt már mint „filozófusnak”. A baj csak az volt, hogy *Cicero* a küldött mintának egy ezredrészét sem értette meg.** De egyelőre mégis megígérte: majd sort kerít a földrajzra.

Egy későbbi levelében azonban már nyíltan bevallotta (II 6): nem mer hozzáfogni. Nehéz dolog a földrajz. Különben is, ő korábban úgy gondol-

* *Ad Att.* 12, 52, 3: „Apographa sunt, minore labore fiunt, verba tantum affero, quibus abundo.”

** *Ad Att.* II 4: „Fecisti mihi pergratum, quod Serapionis librum ad me misisti, ex quo quidem ego (quod inter nos liceat dicere) millesimam partem vix intelligo.”

ta, hogy *Eratoszthenész* lesz majd a mintája. De közben rájött, hogy *Szerapión* és *Hipparkhosz* cáfolják *Eratoszthenészt*. — Csakugyan olvasta volna *Cicero* *Hipparkhoszt*, amint ezt legutóbbi nyilatkozata tanúsítani látszik? De hát ugyan mennyit értett volna meg *Hipparkhoszból* az, aki még *Atticus* ajándékából, *Szerapión* földrajzából is jó, ha az ezredrészt megértette? Valószínűbb, hogy a feléből-harmadából megértett *Szerapión* alapján jött rá arra: íme, ez is cáfolja *Eratoszthenészt* (*Hipparkhosszal* együtt!). Jobb lesz hát kitérni *Atticus* javaslata elől. A földrajzról különben sem lehet olyan virágosan írni — *anthérographeiszthai* —, ahogy ő, *Cicero* szeret.

A meglepő csak az, hogy az a *Cicero*, aki négyszemközt *Atticusszal* őszintén bevallotta, mennyire nem érti *Szerapiont*, milyen bátran nyilatkozik *De oratore* című értekezésének egy-egy részletében (I 3—6, 11—16) a tudományokról általában. Idézzük itt néhány gondolatát.

A történelemből látjuk, milyen sok filozófus volt már szakembere egy-egy speciális tudománynak, ugyanakkor azonban át tudta fogni az emberi tudás teljességét is (?). Nézzük csak pl., milyen homályos, zavaros és körmönfont tudomány a matematika. És ugyanakkor mégis hány kiváló matematikus volt már! Óhatatlanul is az a benyomásunk, hogy nem volt még ember, aki — ha már egyszer erre a szakmára adta a fejét (ti. a matematikára) — némi szorgalommal ne vitte volna valamire.*

Bizonyos, hogy volt már sok olyan „művelt ember” — éppen elég —, aki nem értette és nem is szerette a matematikát. De aligha volt sok olyan antitalentuma a matematikának, aki ilyen bátran meg is mondta volna róla a magáét.

Valahogy azt ne higgyük azonban, hogy a szaktudományoknak ez a naiv, sőt szinte ártatlan lenézése *Cicero* részéről pusztán csak a matematikának szólt. Nézzük csak meg jobban a gondolatmenetét, amely szervesen folytatja az előbbieket.

A rómaiak különbek a világ bármely más népénél — mondja —, egyszerűen velük született szónoki tehetségüknél, képességüknél fogva. Persze, az igazi ékesszóláshoz nagyon sok minden kell. Sőt, *Cicero* nem áttalja első helyre tenni a sok előfeltétel között a *tökéletes tárgyismeretet*.

* *De oratore* I 3, 10: „Quis ignorat, ii, qui mathematici vocantur, *quanta in obscuritate rerum et quam recondita in arte et multiplici subtilique versentur*. Quo tamen in genere ita multi perfectique homines exstiterunt, ut nemo fere *studuisse ei scientiae vehementius videatur, quin quod voluerit, consecutus sit*, . ,”

Kijelenti ellentmondást nem tűrő hangon, hogy *a pusztá ékesszólás a tárgy hibátlan ismerete nélkül egyszerűen nevetségessé tenné a szónokot*. Az olvasónak majd eláll a lélegzete ezen a ponton. De hiszen ebből az következne, hogy *Cicero* mindennél többre tartja a tárgyismeretet, és nem a pusztá beszédet megasztalja. — De ne ítéljünk elhamarkodottan. *Cicero* másképp érti a „tárgyismeretet” — nem úgy, ahogy mi gondolnánk.

Az ő terminológiája szerint az „orator” felette áll minden kicsinyes, a lényeket figyelmen kívül hagyó tárgyismeretnek. Mert *orator* éppen az, *aki mindenről jobban tud beszélni, mint akár a legilletékesebb szakember*. — Az értekezés egyik közbeszólója — aki azonban kétségtelenül magának *Cicerónak* a véleményét tolmácsolja — mindjárt példával is illusztrálja a meglepő állítást. Az építész *Philon* egykor maga ismertette az athéni népgyűlés előtt a hajóépítő telep létesítésére vonatkozó tervét. De vajon azért volt-e tán sikere, mert értett ahhoz, amiről beszélt, vagy mert jó volt a terv, amit el akart fogadtatni az athéniakkal? — Távolról sem! A siker titka egyszerűen az volt, hogy *Philon* jól szónokolt. (Ez egyébként lehet, hogy igaz is!)

Ha pedig nem akarnánk hinni szemünknek-fülünknek: Hát csakugyan komolyan úgy gondolná *Cicero*, hogy nem a tárgy konkrét ismerete a lényeges, hanem pusztán a beszélni tudás a tárgyról? Tud ő az előbbinél meggyőzőbb példát is. Hogyne tudna ő, aki fiatal korában latinra fordította *Aratoszt*! Ugyan mit értett *Aratosz* a csillagászathoz? * És ugye mégis milyen szép művet írt róla! Így van ez minden szaktudománnyal, még az *agrikultúrával* is!

Ne vesszünk hát el a szaktudományok sötét és zűrzavaros útvesztőjében! Az ilyesmit úgyis könnyen elsajátíthatja akárki, mint pl. — a *matematikát*. Igaz, előfordul, hogy az ember nem sokat ért *Szerapión* földrajzából, de nem is érdemes erre sok időt pocsékolni. Maradjunk inkább a filozófiánál — ha már nem összeesküvést leplezünk le Rómában...

Ez is egyik módja volt annak, ahogy Róma magáévá tette a hellenizmus örökségét.

* *De oratore* I 16: „...constat inter doctos, hominem ignarum astrologiae, *Aratum*, praeclarissimis atque optimis versibus de caelo, stellisque dixisse. . .”

A tudománynépszerűsítés kedvelt formája az *enciklopédia*: több tudomány rendszeres összefoglalása azzal a céllal, hogy aki ezt tanulmányozza, megkapja lehetőleg „az emberi tudás teljességét”. Az összetartozónak érzett tudományok egységbe foglalása valamilyen tanulmányi program keretében elég régi törekvés. Így egészítették ki kölcsönösen egymást már a pythagoreusoknál a *matematika*, a *zene* és az *asztronómia*. De szervesen kapcsolódnak egymáshoz azok a tudományok is, amelyeket *Platón* szerint sorban egymás után meg kell ismerniök azoknak, akik egykor majd az ő Államának a vezetői lesznek.

Ilyen nevelési programok voltak az előfutárai a hellenisztikus kor szellemében készült tudományos összefoglaló munkáknak. A római „enciklopédisták” közül legalább a három legjelentősebbnek a munkásságát kell megemlítenünk ebben a vázlatos áttekintésben. Érdekes, hogy a három korban is milyen közel van egymáshoz.

Az első, *M. Terentius Varro* (i. e. 116–28) az antik Róma legnagyobb polihisztorja, *Cicero* kortársa volt, azaz működése a köztársaság utolsó évszázadára esik. Ő volt a három közül a legtermékenyebb. Nem kevesebb mint 74 különböző munkát írt, 620 könyv terjedelemben. Bár egy ókori *könyv* jóval kevesebb annál, mint ami manapság egy *kötet*, de *Varro* munkássága mindenesetre elképesztő. (Különösen kiderül ez majd később, ha összevetjük termékenységét *Pliniuséval*.) Munkái nagyrészt elvesztek ugyan — közöttük az is, ami bennünket itt leginkább érdekelne, a *Disciplinarum libri novem* (azaz: *A tudományok kilenc könyve*), de hatásuk túlélte az egész ókort.

Varrónál jelenik meg ugyanis először az, amit később a középkor „7 szabad művészet” (*Septem artes liberales*) néven tartott számon. Ez volt az a „7 tantárgy”, amelyen tanulmányai során — legalább elvben — minden művelt szabad embernek át kellett esnie. *Varrónál* ez ugyan még nem *hét*, hanem *kilenc* volt, de az utolsó kettő már a későbbi ókorban lemaradt a sorból. Az első három közülük a *rhétori trivium* (1. *grammatica*, 2. *dialectica*, 3. *rhetorica*); ezt követte a *matematikai quadrivium* (1. *geometria*, 2. *arithmetica*, 3. *astronomia* és 4. *musica*), majd csatlakozott hozzájuk mint nyolcadik és kilencedik: a *medicina* és az *architectura*.

Látható már ebből a felsorolásból, mennyire háttérbe szorult *Varrónál* az, amiről ez a kötet „antik természettudomány” címen próbált tájé-

koztatni. A megnevezettek közül már csak kettő — vagy esetleg három — nevezhető természettudománynak: az *astronomia* és a *medicina*, illetőleg harmadik lehetne még a *musica*, ha ezen nemcsak „zeneelméletet”, hanem *akusztikát* is értünk.

Még teljesebb a természettudomány lemaradása a másik római *enciklopédistánál*, a *Tiberius* korában élő *Celsus*nál. Az ő nagy művéből már csak a *medicináról* szóló rész tartozik ebbe a körbe. (Még szerencse, hogy éppen ez maradt meg munkájából.) Minthogy azonban ez — tárgyánál fogva — az „élő természet” tudományának része, itt igazában csak azért említjük meg *Aulus Cornelius Celsust*, mert ő volt hármuk közül — *Varro*—*Celsus*—*Plinius* — nemcsak a legjobb stilisztá, hanem alighanem kompilátornak is a *legvilágosabb feje*.

Egészen más lapra tartozik a harmadik, *C. Plinius Secundus* (i. sz. 23—79), a *Naturalis historia* összeállítója, akit „*idősebb Plinius*” (*Plinius Maior*) néven szoktak emlegetni, hogy megkülönböztessék unokaöccsétől és örökbefogadott fiától, a „levélíró” *Pliniustól*. 37 könyvből álló műve, amelyet már a szerző „*encyclopaedia*” néven emleget, az egész ókor egyik legkülönösebb alkotása. Meglepő már az is, hogy teljes egészében megmaradt. Mert az ilyen túlméretezett tarkabarka egyvelegnek az szokott a sorsa lenni, hogy később, amikor kezd már elfogyni az emberek türelme — nemcsak ahhoz, hogy másolgassák, hanem még ahhoz is, hogy egyáltalán végigolvassák az egészet —, előbb rövidített *kivonatokat* készítenek belőle, majd a kivonatokat is fölváltják a még tömörebb *összefoglalások*, miközben az óriási gyűjtemény maga lassanként nyomtalanul eltűnik, legfeljebb csak a szerző nevét és a munka címét őrzi meg a hálás utókor. Csakugyan készített ilyen kivonatot *Pliniusból* már a 3. században egy bizonyos *C. Julius Solinus*, de ebben az esetben megmaradt az „eredeti” mű is.

Össze szokták hasonlítani *Plinius* munkásságát *Varróéval*. Csakugyan tanulságosak bizonyos szempontból már az adatok is. *Pliniusnak* 7 különböző irodalmi művéről tudunk 102 könyvben; csak az egy *Naturalis historia* maradt ránk 37 könyvben. *Varro* 74 munkát írt 620 könyvben. Kettőjük közül a termékenyebb tehát mindenestre *Varro* volt. Hogy *Varro* volt-e a „műveltebb” is — amint egyesek gondolják —, azt nehéz volna eldönteni. Hiszen mi magunk nagyrészt *Pliniusnak* köszönhetjük azt is, amit *Varróról* tudunk. (Mert sok mindent *Varróból* merített *Plinius*.) De talán némi fényt vet arra is, mit értettek a rómaiak *nagyon művelt emberen* (*doctissimus*) a következő:

Amikor i. e. a 2. században *Cato* megírta praktikus célú munkáját a földművelésről, abban még egyetlenegy forrást sem nevezett meg. Egy évszázaddal később, amikor *Varro* írt ugyanerről a tárgyról, ő már 50 forrást sorolt föl (főként görögöket). *Plinius* pedig — persze, az ő művének a tárgya is jóval szélesebb körű, mint a két földművelésről szóló munka — már 146 latin és 327 idegen (főleg görög) forrásra hivatkozott. — Mint éppen ezzel az adattal kapcsolatban megjegyezte az egyik modern szerző: nemcsak a „műveltség” fokmérője ez, hanem úgy látszik, *Varrótól* szármitható az a középkoriaknál is gyakran felbukkanó, jellegzetesen római gondolat, hogy valamely tudományos kérdésnek az a legilletékesebb szakembere, aki a legtöbb korábbi szerzőre tud hivatkozni munkájában.

Persze, nem kell azért túl komolyan vennünk *Plinius* 146 latin forrását sem. Műve kozmológiai részének forrásai között említi pl. *Augustust*, a princepsét. Csakugyan hivatkozik is rá egyszer: ő, *Augustus* osztotta 11 egységre Itáliát. — Ennyiben volt hát *Pliniusnak* „forrása” *Augustus* is.

De mielőtt művéről az antik ismereteknek erről a gazdag tárházáról beszélünk, vessünk egy pillantást arra, hogyan írja le az „ifjabb *Plinius*” egyik levelében (III 5) nagybátyja munkamódszerét. — Villámgyors intuíció és fáradhatatlan tevékenység, ez jellemezte szerinte a *Naturalis historia* szerzőjét. Nem vett könyvet a kezébe, amelyből ne készített volna valamilyen kivonatot. Még étkezés közben is felolvastatott magának, és azonnal utasításokat adott egy íródeáknak arra vonatkozóan, hogy mit másoljon ki a felolvasott szövegből. Csak addig nem olvasott vagy kivonatolt, amíg a fürdővízben volt. De már azalatt, hogy masszírozták vagy törülközött, egyben diktálta is a jegyzeteit. Ha meg úton volt, télen, a gyaloghintóban, vele volt titkára is, akinek kesztyűt húzatott a kezére, hogy meg ne gémberedjen az ujjá, és tudja írni diktálásra a jegyzeteket. Csakugyan — fejezi be az ifjabb *Plinius* ezt a levelét —, emlékszik rá, hogy szemére vetette egyszer a nagybátyja: minek jár gyalog, ha hintóban vitetné magát, nem vesztegetné hiába az idejét, olvashatna útközben is.

A modern olvasó kissé gyanakodva kérdezi magában ezek után: vajon annak, aki ilyen fáradhatatlanul művelődött és ilyen serényen kivonatolt, maradt-e ideje arra is, hogy néha törje egy kissé a fejét azon, amit szakadatlan buzgalommal szedett magába?

Kétségtelen, hogy legrokonszenvesebb vonása a folyton olvasó, felolvasató és jegyzetelő, elraktározó *Pliniusnak* olthatatlan kíváncsisága,

mindent látni, megismerni akarása. Ez okozta halálát is alig 56 éves korában, amint erről is az *ifjabb Plinius* tudósít egy másik levelében.

A Nápolyi-öbölben, Misenum mellett állomásozott a hajóhad, amelynek parancsnoka volt az *idősebb Plinius*, amikor i. sz. 79-ben kitört a Vezúv. Ez volt az a kitörés, amely eltemette Pompejít és Herculaneumot. A természet kíváncsi bűvára nem mulaszthatta el a ritka alkalmat, látni akarta, mi történik ilyenkor. Azonnal hajóra szállt, egy négysor-evezősrre, és parancsot adott: menjenek közelebb. Ítéletidő volt, hullott a hamu és a kőzapor, de ő rendületlenül állott a parancsnoki hídon, és már diktálta is följegyzésre érdemesnek tartott benyomásait a megrázó természeti tűneményről. Egy idő múlva kénytelen volt ugyan félbeszakítani útját, kiszállt a partra, egyik barátja házában keresett menedéket, ott töltötte még az éjszakát. De nem élte már túl a katasztrófát, ott halt meg másnap.

Ha mármost *általában* akarjuk jellemezni munkáját, főként azt kell kiemelnünk: *Plinius* mindent össze akart gyűjteni, amit érdekesnek, látványosnak, meglepőnek vagy figyelemre méltónak talált. Saját tapasztalatairól ritkán beszél, de ezek nem is túlságosan érdekesek. Az ő élményei főként könyvélmények voltak. Minthogy rengeteget olvasott, bizonyos, hogy sokat köszönhetünk neki — nemcsak Rómáról, a rómaiakról és Itáliáról szóló tudósításaiban, hanem gyakran abban is, amit a görögökkel kapcsolatban elmond. Van nem egy olyan értesülésünk az antikvitásról, amit *csak Plinius* őrzött meg számunkra. Több vonatkozásban kevesebbet tudnánk az ókorról, ha nem állna rendelkezésünkre a *Naturalis historia*. Nem szabad tehát alábecsülnünk *Plinius* művének forrásértékét.

Más kérdés az, hogyan ítéljük meg magát a szerzőt és mindazt, ami művében nem egyszerűen továbbadott értesülés, hanem ami a gyűjtemény összeállítójának legegényibb tulajdona, amiért tehát úgyszólván ő maga, személyesen vállalta a felelősséget. De mielőtt erre kitérnénk, vázoljuk itt röviden a 37 könyv összeállítását.

1. a tartalom és a források részletes felsorolása; 2. kozmográfia, a Világegyetem matematikai és fizikai leírása; 3–6. földrajz; 8–11. zoológia; 12–17. botanika; 28–32. az állatvilágból származó gyógyszerek ismertetése; végül pedig a 33–37. könyvek: mineralógia. — Ebben az utolsó részben — minthogy a 35. könyv a *színekkel* és a *festéssel* foglalkozik — mellékesen forrása lesz *Plinius* az antik művészettörténetnek is.

Kiderül e felsorolásból, melyek azok a könyvek, amelyek érintkeznek

az „élettelen természet tudományával”. Nem térünk ki rájuk részletesen, csak egyetlenegy példán mutatjuk be magát *Pliniust*.

A kozmográfiáról szóló könyv elején a szerző *helyteleníti* azoknak a próbálkozását, akik magát a Földet akarták megmérni. De ugyanennek a könyvnek a vége felé — mintha megfelelkeznek korábbi véleményéről — csodálattal említi *Eratoszthenészt*, akinek sikerült megmérnie a Föld területét: 252 000 stádium. Csakugyan, tudjuk más forrásból is, hogy ez volt *Eratoszthenész* mérésének az eredménye. *Plinius* azonban óvakodik attól, hogy *Eratoszthenész* módszeréről is beszéljen. Annyit, úgy látszik, ő is tud, hogy a kör területét a rádiusz ismeretében szokták kiszámítani. Ezért az alábbi sületlen mesével áll elő: egy bizonyos *Dionyszodorosz* (?) sírjában találtak egy aláírt levelet, amely beszámol róla: az illető leszállt a Föld középpontjáig, és megmérte a rádiuszt: 42 000 stádium volt.

Nem kell tovább folytatnunk az ismertetést, már ennek alapján is megállapíthatjuk a római „enciklopédista” szimptomáit: 1. nem érti a görög tudományt; 2. nem tud különbséget tenni tudományos elmélet és buta mese, genialis gondolat és ostoba találgatás között. — Ami pedig a legnagyobb baj: 3. a leírt szöveg az ő szemében feltétlen tekintély, „szentírás”. Ebből következik az is, hogy nem tud dönteni, ha két ellentétes véleményt talál a forrásaiban; mindig annak ad hitelt, amit utoljára olvasott.

- M. R. Cohen—I. E. Drabkin*, A Source Book in Greek Science, Cambridge 1958².
- G. E. R. Lloyd*, Early Greek Science: Thales to Aristotle, London 1970.
- G. E. R. Lloyd*, Greek Science after Aristotle, London 1973.
- S. Sambursky*, The Physical World of the Greeks, London 1956.
- O. Neugebauer*, The Exact Sciences in Antiquity, Providence, Rhode Island 1956².
- M. Clagett*, Greek Science in Antiquity, London 1957.
- B. Farrington*, Greek Science, London 1961.
- A. Reymond*, History of the Sciences in Greco-Roman Antiquity, London 1927.
- W. A. Heidel*, The Heroic Age of Science, Baltimore 1933.

„Matematika”

- Euklidész*, Elemek (ford. Mayer Gy., Gondolat-kiadás).
- Archimedis Opera omnia* ed. *J. L. Heiberg* I—III. Lipsiae 1910—15.
- T. L. Heath*, The Works of Archimedes with the Method of Archimedes 1912 (Dover Publication).
- T. L. Heath*, A History of Greek Mathematics, Oxford 1921.
- C. B. Boyer*, A History of Mathematics, New York 1968.
- Szabó Á.*, A görög matematika kibontakozása, Budapest 1978.

„Csillagászat”

- Hipparchi in Arati et Eudoxi Phaenomena commentariorum libri tres* rec., germanica interpretatione et commentariis instruxit. *C. Manitius* Lipsiae 1894.
- Hypsikles*, Die Aufgangszeiten der Gestirne, herausg. u. übers. von *F. De Falco* u. *M. Krause*, mit einer Einführung von *O. Neugebauer*

Abhandlungen der Akademie Wiss. in Göttingen. Phil.-Hist. Kl.
Göttingen 1966.

Claudii Ptolemaei Syntaxis mathematica I—II. ed. *J. L. Heiberg* Lipsiae
1898—1903.

Cleomedis De motu circulari corporum caelestium, ed. *H. Ziegler*
Lipsiae 1891.

T. L. Heath, *Aristarchus of Samos*, Oxford 1913.

T. L. Heath, *Greek Astronomy*, London 1932.

J. B. J. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, Paris 1817.

J. L. E. Dreyer, *A History of Planetary Systems from Thales to Kepler*,
Cambridge 1906.

P. Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, Paris
1893.

Á. Szabó—E. Maula, *Enklíma, Untersuchungen zur Frühgeschichte der
griechischen Astronomie, Geographie und der Sehnentafeln*,
Athen 1982.

„Földrajz”

Strabón, *Geógraphika*, ford. *Dr. Földy József*. Gondolat, Budapest
1977.

Aristoteles, *De caelo* (A helymegjelölés, amelyet ebben a könyvben talál
az olvasó — pl.: 297 b 30 — természetesen érvényes Arisztotelésznek
bármely modern szövegkiadására. Csak mint egyik lehetőségére hí-
vom fel a figyelmet *O. Longo* kiadására, Firenze 1961, amely olasz
fordítást, bevezetést és jegyzeteket is csatol a görög szöveghez.)

Plinius: C. Plinii Secundi Naturalis historiae libri XXXVII, *L. Ian—C.*
Mayhoff, vol. I—V. Lipsiae 1870—1897.

Vitruvius: J. Soubiran, *Vitruve, De l'architecture*, Paris 1969.

E. H. Bunbury, *A History of Ancient Geography among the Greeks
and Romans from the Earliest Ages till the Fall of the Roman
Empire I—II²*. London 1883.

H. Berger, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen*
(2. kiadás), Leipzig 1903.

E. H. Warmington, *Greek Geography*, London—New York 1934.

D. R. Dicks, *The Geographical Fragments of Hipparchus*, 1960.

„Fizika”

P. Duhem, L'Évolution de la mécanique. Paris 1903.

P. Duhem, Les Origines de la statique I—II. Paris 1905—1906.

P. Duhem, „Sozein ta phainomena” Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée, Paris 1908.

P. Duhem, Études sur Léonard di Vinci. I—III. Paris 1906—1913.

E. Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt (7. kiadás), Leipzig 1912.

A. G. Drachmann, Ancient Oil Mills and Presses, Copenhagen 1932.

C. Singer—E. J. Holmyard—A. R. Hall—T. I. Williams, A History of Technology I—III. Oxford 1954—1957.

E. W. Marsden, Greek and Roman Artillery, Historical Development, Oxford—New York 1969.

Euclidis Optica, Opticorum recensio Theonis, Catoptrica, cum scholiis antiquis, ed. *J. L. Heiberg* (*Euclidis Opera omnia*, ed. *J. L. Heiberg & H. Menge*, VII), Leipzig 1895.

Heronis von Alexandria Mechanik und Katoptrik, herausg. u. übers. von *L. Nix u. W. Schmidt*: *Heronis Alexandrini Opera quae supersunt omnia*, vol. II. fasc. I. Leipzig 1900.

„Kémia”

J. M. Stilman, The Story of Early Chemistry, New York 1924.

E. O. v. Lippmann, Entstehung und Ausbreitung der Alchemie, Berlin 1919.

„A tudomány Rómában”

W. H. Stahl, Roman Science, Madison 1962.

C. Bailey, Greek Atomists and Epicurs, Oxford 1928.

II. RÉSZ

AZ ÉLŐ TERMÉSZET

írta

KÁDÁR ZOLTÁN

VIII. AZ ÉLET TUDOMÁNYAINAK KEZDETEI ÉS ALAPKÉRDÉSEI

1. Az élővilág keletkezése

„A hajdani hellének leszármazottai áldozatokat mutattak be ősüknek, *Poszeidón*nak, mert a szíriaiakhoz hasonlóan úgy vélekedtek, hogy az ember a nedves természetből jött létre. Ezért rokonukként és társukként tisztelik a halat, úgy bölcsekedvén, mint *Anaximandrosz*. Ő ugyanis azt mondja, hogy a halak és az emberek nem [a mostanival] azonos [körülmények között] születtek, hanem az emberek kezdetben a halak belsejében fogantak, s csak akkor jöttek elő és vették birtokukba a földet, amikor — mint a cethalak — már kifejlődtek s alkalmasokká váltak arra, hogy önmagukon segítsenek ... *Anaximandrosz* ... a halat az ember közös apjának és anyjának jelenti ki...” olvassuk a római császárkori *Plutarkhosznál* (*Sz ymp.* VIII. 8,4. p. 730 e. *Bodor András* és *Szabó György* fordítása); a milétoszi görög filozófus — aki kb. i. e. 610—547 közt élt — egyébként az egész állatvilágot a tenger iszapjából származtatva, az organikust az anorganikusból vezette le, tehát az *ősnemződés* gondolatának volt úttörője.

Anaximandrosz tanítványa a kolophóni születésű *Xenophanész*, aki az i. e. 6. század végén és az 5. század elején főként az alsó-itáliai Eleában működött, nemcsak a természetet és az istenséget azonosító pantheisztikus szemléletével mutatott új utat a gondolkodás történetében, hanem ő volt az őslénytan tudományának megalapítója is. *Xenophanész* ugyanis a hegyekben megkövcsült tengeri kagylókat talált. Arra a következtetésre jutott, hogy ezek a kövületek egy ősi állapot tükröznék, vagyis arra utalnak, hogy ezeket a hegyeket egykor tenger borította. Tudósunk úgy vélte, hogy a hegyek időnként kiemelkedtek a tengerekből, más korszakokban pedig visszasüllyedtek. Nagyon lényeges, hogy *Xenophanész* arra is rájött, hogy ezek az általa felfedezett tengeri állatok a ma élőkkal nem azonosak, csupán rokonaik, tehát mindenképpen egy ősibb

földtörténeti állapotot tükröznek. Ezt a feltevést *Empedoklész* fejlesztette tovább, akinek nézeteire alább részletesen visszatérünk.

Az élőlények keletkezésére, fejlődésére vonatkozóan az előzőekhez hasonló nézeteket olvasunk azokban a töredékekben, amelyek az ókori materializmus legnagyobb alakjának, az abdérai *Démokritosz*nak (kb. i. e. 460–371) tanítását őrizték meg. A *Diodórosz*nál fennmaradt szöveg szerint ő is a nedvesség felmelegedéséből származtatja az élőlényeket, amelyeket eleinte lágy hártya vett körül. Később azután a felmelegedés következtében ezek a könnyű burkok felrepedtek, s különféle élőlények bújtak ki belőlük. „Ezek közül azok, amelyek a legtöbb hőben részesültek, *sárnyasokká* lettek s a magasba távoztak, azok pedig, amelyek földszerű összetételben részesültek, a *csúszómászók* és egyéb szárazföldi állatok rendjébe sorozódtak; végül azok, melyek leginkább a nedves természetben részesültek, az ezzel egynemű helyre torlódtak össze és *úszó* (vízi) állatoknak nevezik őket.”

Miután a Föld kérge a Nap hevétől elvesztette korábbi iszapos-nedves állapotát, már egyetlen nagyobb állatot sem tudott létrehozni, — az ősnemzésszerű szaporodás helyett tehát más módra volt szükség az élőlények keletkezéséhez, illetve az élet fennmaradásához. Az új egyedek most már az élők egymással való egyesüléséből, tehát párosodással születtek meg. Először az *emberek* is rendezetlen, állatias életmódot folytattak, „hangjuk zavaros és összekevert” volt, később tagolódott szavakká, s állapotok meg közös *jelekben*. Az embereket a kezdeti állapotokból a tapasztalat és a *szükség* emelte ki, s az embernek „mindenben segítségére volt a keze, beszéde és éleselméjűsége” (*Kövendi Dénes* fordítása).

Ez az igen haladó, valóban evolúciós jellegű szemlélet *L. Löwenheim* szerint (1914) — erős áttételekkel ugyan — a *darwini fejlődésgondolat* egyik ihletőjévé vált. . . *

* *L. Löwenheim*, Die Wissenschaft Demokrits und ihr Einfluß auf die moderne Naturwissenschaft. Berlin 1914. 6. fejezet: Die Deszendenztheorie und der Einfluß Demokrits auf Darwin.

„Azt mondják: *születés* történik mind valahányszor
Őselemek vegyülése növényt, szárnyast, avagy embert
S számos vadfajt hoz fel a napsugaras levegőre;
S megfordítva, a szétválás neve gyászos *enyészet*.”

(*Phutarkhosz, Adv. Col. 11. p. 1113 AB.*
Bodor András—Szabó György fordítása.)

A születés és az enyészet dinamikáját a *Szeretet (Philia)* és a *Gyűlölet (Neikosz)* ellentétes irányú kettősségében ragadja meg a szicíliai Akragasz (Agrigentum) nagy bölcsője *Empedoklész*. Felfogása szerint az összekapcsolódás, az ellentétek vegyülése révén jöttek létre nemcsak az élettelen dolgok, hanem az összes állatok és növények is. Szerinte a növények különböző részeit más-más elem hozta létre, ő „a gyökereket a földnek és a lombozatot a levegőnek tulajdonítja”. E tételt *Theophrasztoz* idézi, aki egyben cáfolja is, mondván, hogy a növényeket egyetlen elem hozta létre. *Empedoklész* szerint a növényeket a vágy (*Erósz*) mozgatja, s éreznek is, szomorkodnak is, örvendeznek is.

Igen jellemző a szicíliai természetfilozófus nézetére az a tanítás, amelyet a késő antik Aëtiosz (olvasd: A-etiosz) őrzött meg számunkra (V, 19, 5.) Eszerint „az állatok és a növények első egyedei távolról sem voltak teljesen kialakultak, hanem *egymáshoz nem tartozó részekből illeszkedtek össze*; a teremtmények második nemzedéke, minthogy egyes részek összenőttek, különös alakú testtel jött a világra; a harmadik nemzedék ép testű volt (egy darabból állott), a negyedik pedig nem egynemű elemekből született, mint amilyen pl. a föld és a víz, hanem már egymásból szakadt ki: egyesek a táplálék adta kövérségből, mások a nőstények szépségéből, amely kiváltotta a mag mozgási ingerét...” (*Bodor András—Szabó György fordítása.*) Ez a furcsa „genetika”, amely megpróbálja a fajok különbségeit naiv evolúciós szemlélettel megmagyarázni, sajátosan mutatkozik meg *Empedoklész* zoológiai nézeteiben. Eszerint ugyanis az állatfajok is a különböző elemek keveredése következtében válnak vízi lakóvá, vagy repülnek a levegőben, „a nehezebbek a földön telepednek meg”, aszerint, hogy melyik elem — a víz, a tűz vagy a föld van a keverékben túlsúlyban —, azok pedig, amelyek testének keveréke egyenlő részekből áll, a mellükből adnak hangokat...

A legtöbb korai görög természetbölcselő szerint az élőlények a nedveségből születtek. Így vélekedett *Periklész* kortársa, a klazomenéi *Anaxa-*

gorasz is, aki szerint: „hímek akkor születnek, amikor a jobb oldalról kivált *sperma* (mag) az anyaméh jobb oldalára tapad; nőstények viszont az ellenkező esetben.” Figyelemre méltó az a nézet, hogy az állatok az égből a földre hullott magvakból származnak, hasonlóképp a növények is, melyeknek összes magvait a levegő tartalmazza, ezeket az eső a földre veri, s így jönnek létre a növények. Ami az egyéni fejlődést illeti, a preformációt vallja, vagyis azt, hogy „ugyanabban a csírában benne vannak a hajszálak, a körmök, az ütő- és vivőerek, az idegek és a csontok, de kicsiny részvoltage miatt láthatatlanok...” A legelső szerv, amely a csírában fejlődésnek indul, az agy.

Említettük, hogy *Anaximandrosz* mellett az abdéri *Démokritosz* volt az korai görög természetfilozófusok közt, akit leginkább érdekelt az élővilág, különösen az ember és az állat biológiája. A ránk maradt töredékekből tudjuk, hogy túl az élővilág keletkezésének kérdésén, már állatrendszertani problémákkal is foglalkozott, s tőle származik az állatok országának később *Arisztotelész* által bevezetett kettős felosztása, vérrel bíró (*enaima*) és vértelen (*anaima*) csoportokra. Nézetei nagy hatást gyakoroltak *Epikuroszra* s a rómaiak közül *Lucretius Carusra*, akinek természetfilozófiájáról fentebb már olvastunk. A köztársaság kori római filozófus-költő így foglalja össze az élet keletkezésére vonatkozó nézeteit:

„Elsőként a füvek fajtáját s zöld ragyogását
Adta a föld meg a halmoknak s valamennyi mezőnek,
És a virágzó rét zöldes színnel ragyogott fel,
Majd megeresztett gyeplőkkel kezdtek növekedni
Egymással versengve a fák fajtái a légbe.
Mint legelőbb toll, szőr vagy sörté szokott kiverődni
Minden négylábú vagy szárnyas lényeknek a testén,
Új földünk is fát, füveget termett legelőször,
Aztán állatokat szült sok fajtát a világra,
Más-más okkal, móddal formálgatva meg őket,
Mert hisz az élő lények nem hullhattak az égből,
S földi lakók nem bújhattak ki sós pocsolyákból.
El kell ismernünk, hogy méltán tett anya névre
Szert földünk, mert minden földből jön a világra.

Most is nagyszámú állat jön létre a földön
Keltve az esőktől, meg a nap párás melegétől;
Nem csoda hát, hogy régen sokkal több született meg
S természetesebb is, mert új föld, lég adta növésük. . .”

(*De rerum natura* IV, 771–789,
Tóth Béla fordítása.)

2. Az élő anyag

„Mert létezni kell egy bizonyos lénységnek . . . *Thalész* pl. — az ilyen bölcsélet első művelője — a *víz*et tartja ilyen elemnek. . . Talán azért jutott erre a feltevésre, mert úgy látta, minden dolgok tápláléka nedves. . . Tehát *Thalész* ebből alakította ki felfogását, valamint abból, hogy min-
dennek csírája nedves természetű” írja *Anaximandrosz* elődjének, a milétoszi *Thalész* (i. e. 610–547) tanításáról *Arisztotelész* (*Metaphyszika* I. 3. 983 b. 6. *Bodor András*–*Szabó György* fordítása). Ám az élet formá-
ló, sorsát meghatározó ősananyagról a korai természetfilozófusoknak nem volt egységes a véleményük, hiába vallották az élő keletkezésének anyagi eredetét, az őselemek s az élő anyag egységét. *Galénosz* említi — s egyben cáfolja — *Anaximenész* állítását, aki — a nagy pergamoni orvos szerint — azt állította, hogy „az ember egészében *levegő*. . .” *Varro* például *Empedoklész*nek azt a nézetét említi, hogy: „az emberek *földből* születtek, mint a laboda”. S hogy a kép teljes legyen, a negyedik őselemről, a *tűzről* se feledkezzünk meg, amely az epheszoszi *Hérakleitosz* szerint — aki tanait az i. e. 5. század elején hirdette — az élet, a mozgás forrása éppen ez az elem. A korai materialisták többsége, mint *Anaximandrosz* és *Démokritosz* is — akárcsak *Thalész* —, a víz, a nedvesség szerepét hangsúlyozták az élet keletkezésében, az első lények testének összetételében egyaránt.

A görög természetfilozófia tehát egységes az élet anyagi eredetében, egységes abban, hogy az élő az élettelenből származik, testének anyaga magán viseli származásának bélyegét, csak az a nagy kérdés: melyik őselem uralkodik az élők világában? További kérdés: miként „*éltetik*” ezek az elemek az élet? Erre adunk a következőkben választ.

3. Az őselemek és az élő dinamikája

„Az összehúzódó és sűrűsödő anyag hideg — mondja *Anaximenész* —, a ritka és »laza« — kb. így nevezi, ezzel a szóval — pedig meleg. Ezért helyesen mondja *Anaximenész*, hogy az ember meleget is, hideget is lehel ki a száján. A lehelet ugyanis, ha az ajkak összeszorítják és sűrítik, kihűl, ha azonban a száj nyitva marad, a kiáradó lehelet, a ritkulás következtében, meleg.” *Plutarkhosz* őrizte meg számunkra (*De prim. fig.* 7, p. 947 f.) a milétoszi bölcsnek ezt az érdekes és naiv fiziológiai megállapítását, ami — az előzőekben mondottakkal együtt — utal arra, hogy a korai görög természetbölcselek az élet egészét, az indító mozgástól a fenntartó dinamikáig — egyaránt az őselemek erejének tudták be. Ám miként nyilvánulnak meg az elemek hatásai az érzékelés bonyolult mechanizmusában? Az akragaszi *Empedoklész* szerint — mint ezt *Arisztotelész*től tudjuk, aki a lélegzésről írt könyvében részletesen foglalkozik elődjének tanításával (*De respiratione = Peri anopnoész* 7 473b1.) — a be- és kilégzés bizonyos erecskék által jön létre, melyekben vér van, jóllehet nincsenek teljesen megtelve vérrel. Hogy viszonylanak ezek az erecskék a levegőhöz? „Kívül, a levegő felől, kis nyílások is vannak. Ezek kisebbek, mint a test részecskéi, de nagyobbak, mint a levegőei.” Minthogy a vérnek természetes tulajdonsága a kétirányú, lefelé történő mozgás (naiv elképzelése ez a diasztolikus és szisztolikus szívritmus következményének), ezért amikor lefelé halad, a levegő beáramlik és létrejön a belélegzés, amikor pedig felfelé tart, a levegő kiszorul, és létrejön a kilégzés. Mind ezt a működést *Empedoklész* egy mechanikus hasonlattal, a „lopó” (*klepszidra*) működésével hasonlítja össze:

„Éppígy a finom vér átjárva a testen egészen,
Mindvalahányszor visszasiet mély benti zugába
Tajtéklő hullámként behatol a levegő is;
Ám amikor ismét feltör a vér, újból kitaszítja.”

(*Bodor András—Szabó György fordítása.*)

Magától értetődik, hogy ebben a szemléletben a látás a tűzzel kapcsolatos:

„... az őstűz a szemhártya finom szövetében
Ezártan lesben van szemrészünk kerek alján.

Sok-sok bámulatos pórús szövi át eme hárttyát
S útját állja az ottani sűrű víz erejének
Ám átengedte a tüzet, a sokkal fiatalabbat”

idézi az akragaszi filozófust *Arisztotelész* (*De sensu*, 2. 437. b. 23. Bodor András – Szabó György fordítása).

Kevésbé kötődnek az őselemekhez *Anaxagoras*z nézetei az életműködésekről, ugyanis őnála a fő mozgató nem valami anyagi őselem, hanem az *értelem* (nousz). Nem a mi feladatunk annak elemzése, hogy bölcselőnk egyébként anyagelvű koncepciójába hogyan illik bele a nem anyagi értelem. Érdekesebb számunkra az az elképzelése, hogy „minden mindenből keletkezik”. Így a késő antik *Szimplikiosz* azt állítja (*Phys.* 460 4), hogy bölcselőnk szerint ugyanabból a táplálékból – pl. kenyérből – hús, csont, ér, ín, hajszál, köröm, sőt – bizonyos körülmények közt – szarv is létrejöhet, tehát a táplálkozás metabolizmusát szemléletesen kifejtette. Nyilvánvalóan azt is felismerte, hogy az egész test mechanizmusának, mozgásának alapja a szilárd csontváz s rajta a hús, s ezért – nézete szerint – ezek ugyanúgy alapjai a létezésnek, mint az őselemek. Az érzékelésről vallott nézeteiben sem az elvont spekulációk uralkodnak, hanem a valós élettani megfigyelések. Így hangsúlyozza, hogy a különböző ellentétes hatásokat az ellentétpárjuk alapján érzékelhetjük: a hideget a meleggel, a savanyút az édessel stb. Kétségtelen tehát, hogy egy dialektikus szemléletű élettan elvi alapjainak gyökereit vetette meg tanításaival. Különösen figyelemre méltó az a nézete, amelyet az ember szerepéről mond az élők világában: ugyanis hangsúlyozza az *értelem és a kezek szerepének dialektikus egységét*: „a kezek ugyanis eszközök, márpedig a természet, akárcsak a bölcs ember, minden [eszközt] rendelkezésére bocsát annak, aki tud vele bánni”.

Az epheszoszi *Hérakleitosz* dinamikus világszemlélete, amennyire csekély számú fiziológiai vonatkozású töredékéből megállapítható, természetesen ebben a tárgykörben is érvényesült. Híressé vált megállapítása, miszerint: „ugyanaz van benne az emberben élve és halva, ébren és alva, és fiatalon és öregén. Mert ezek átcsapva azok, azok ismét átcsapva ezek” (*Kövendi Dénes* fordítása).

Sajátos „élettani szkepticizmust” képvisel *Démokritosz*, hangsúlyozván, hogy csak emberi megállapodás szerint van édes és keserű, meleg és hideg, vagy a különböző színek, mert „valójában csak atomok és űr van”. Éppen ezért a valódi ismeretekkel ellentétben az érzékelés – látás, hallás,

szaglás, ízlés, tapintás — útján szerzett tapasztalatok csupán homályos ismereteket adnak. Érdekes az emberi és az állati cselekvés viszonyáról vallott nézete: „mi emberek a legfontosabb dolgokban az állatok tanítványai vagyunk”.

A démokritoszi szemlélet nélkül elképzelhetetlenek azok a fejtegetések, amelyeket *Lucretius Carus*-nál az atomelmélet fiziológiai és orvosi vonatkozásairól olvashatunk. Pszichológiai nézetei következetesen materialista jellegűek, minthogy a lelki jelenségeket is az atomok mozgásával, állapotváltozásaival magyarázza. A természetről szóló, többször idézett költeményének IV. könyvében részletesen foglalkozik az érzékelés anyagi tényezőivel, majd az ön- és fajfenntartás ösztönéről ír, olyan problémákat is felvetvén, amelyről sokan azt tanítják, hogy csak korunk szexuálpszichológiája hívta föl rá a figyelmet.

Íme egy kép a hangok fiziológiájáról, *Lucretius* szerint:

„Akkor hallik először a hang és szó, ha fülünkbe
Jut, s ott levő érzékünkhöz ütődik a teste.
Mert tudnunk kell, hogy testtel bír a hang, meg a szó is,
Mert mindegyik az érzékszervünkhöz tud ütődni.
Innét van, hogy a hang gyakran karcolja a torkot,
S hars szóba ha kitörsz, az ugyancsak bántja a gégét.
Persze, hiszen szűk résen kezd kitolulni a hangok
Alkatrészeinek gyorsan gyűlt sűrű csapatja,
S így színig megtöltve a rést, izgatja a nyílást.
Nem kétséges, hogy *testszerű őselemekből*
állnak a szók és hangok, minthogy sérteni tudnak.”

(*De rer. nat.* IV. 507–517 *Tóth Béla* fordítása.)

Majd a többi érzékszerv működésének elemzése következik, magától értetődik, hogy pl. a látásnál a szembe behatoló kép fontosságát hangsúlyozza tudós költőnk. Fontos, hogy „változik egyre az őselemeknek rendje (illetve iránya) a testben s lélekben”. Megtudjuk, hogy miért álmosodik el a jóllakott test. „Mivel akkor a legtöbb ősmag a nagy munkában felzavarodik.” Az élőlényeknél „minél durvább egyben vagy másban az ősmag, annál nyugtalanabb alvás jut részül annak”. Az álom fiziológiájához kapcsolódik a nemi élet fejlődéséről szóló fejtegetések sora is (*Freud* előtt közel 2000 évvel!). Az V. könyvben, amelyben — mint említettük — a világ keletkezése kapcsán az élőlények származásáról is szó esik, s mi-

dőn az ősember életét tárgyalja, újra visszatér a testi szerelem problémájára. A tudós költő, mint a IV. és V. könyv összehasonlításából világosan szembetűnik, az élet legnagyobb mozgatójának, a Szerelemnek tudományos (lélektani-fiziológiai) vizsgálatánál is, a démokritoszi „evolucionista” szemlélethez híven, ezt a kérdést is az emberi nem fejlődésének távlatában tekinti:

„Még közös érdeküket sem látták [ti. az ősemberek], semmi szokást
vagy

Rendet, törvényt tartani nem tudtak soraikban...

Testüket erdőkben fonták eggyé szerelemben;

Vagy viszonos hajlamból kapta a nőt meg a férfi,

Vagy kitörő buja vágya ragadta magához erővel....

És mert bíztak a kéz és láb roppant erejében

Gyakran hajszoigatták a vadak farkait az erdőn

Kőhajigálásokkal vagy nagy súlyú doronggal.”

(V. 945–946, 949–951, 953–955) (*Tóth Béla* fordítása.)

IX. AZ ÉLŐVILÁG ISMERETÉNEK ÖSSZEFOGLALÓI

Az élővilág szintetikus és analitikus vizsgálata

A görög természetfilozófusok (s római követők) az élő és élettelen természetet nagy egységként szemlélték, ezért nem annyira az egyes életjelenségek vagy az élőlények fajlagos különbségei érdekelték őket, hanem — mint láttuk — az *élet általános* problémái. Ennek ellentétéképpen, mint alább majd látni fogjuk, a kései hellenizmus, főként pedig a római császárkor idején egyre nagyobb súlyuk lesz az élőkkel kapcsolatos egyes speciális, főként gyakorlati jellegű problémáknak, vizsgálódásoknak. A két végletet azok a görög és római tudósok kapcsolják össze, akik a szintetikus és az analitikus, az elméleti és a praktikus szemléletet egyesítik. Ezek közül különös figyelmet érdemelnek, s ezért külön-külön kell bemutatnunk azok tevékenységét, akik az élővilág valamelyik nagyobb területét vagy területeit egységbe foglalva szemlélték. Ezek között a klasszikus és a kora hellenisztikus időkben azokat kell kiemelnünk, akik az egyes területeket átfogóan, elvi szempontok hangsúlyozásával vizsgálták, míg később — a római császárkorban — főként azokról ejtünk szót, akik az élővilágra vonatkozó sokágú ismeretet egyetlen, enciklopédikus jellegű műben igyekeztek összefoglalni. Az előbbi típusnak legjellegzetesebb képviselője *Arisztotelész*, a zoológia atyja, az utóbbinak a nagy adatgyűjtő római polihisztor, *Plinius*.

A) Az élővilág nagy görög kutatói

1. Hérodotosz az élő Természetről

„A sík föld minden részében teremnek pálmafák, s legnagyobb részük gyümölcsöt is hoz; ebből készítik a kenyeret, a bort és a mézet. Különben a fügefák módjára ápolják és a görögök által hím pálmának nevezett fák gyümölcsseit a datolyapálmákra kötik, hogy a *pszén* a datolyába mászva megérlelje, s hogy a pálma gyümölcse le ne essék. A hím pálmáknak, miként a fügének gyümölcseiben *pszének* vannak.” *Hérodotosz*, az 5. századi nagy történetíró írja mindezt a Tigris és Euphratész közti vidékről szólva (I. 193. *Geréb József* fordítása). A leírás elárulja, hogy a halikarnasszosziszármazású tudós milyen éles szemmel látta meg az összefüggéseket egyrészt az ember és az élő természet között, másrészt magában a természet egészében is: a kutatás úgy véli, hogy ebben a szövegben tudósunk a pálma- és fügegyümölcsben élő apró bogár, a *Silvanus mercator Fabr.* tevékenységére utal.

Az ember és a Természet egysége, az élőlények egymásra utaltsága, szimbiózisa, *Hérodotosz* természettudományi érdeklődésének középpontjában áll. Az élőlények szimbiózisa iránti érdeklődése kiderül a mai etológusok által is oly gyakran idézett részletből, ahol tudósunk az egyiptomi krokodilus és a trokhiiloszmadár (tudományos nevén: *Pluviamus aegyptius L.*) békés, egymást segítő együttélésről ír (II. 68). Neki köszönhető Egyiptom, pontosabban a Nílus és vidéke jellegzetes gerincesfaunájának, a krokodilusnak, a vízilónak, a különböző madaraknak, halaknak első leírása, illetve említése.

Hogy milyen sajátos embertani ismereteik voltak a klasszikus kor görög tudósainak, arra nagyon jellemző *Hérodotosz* leírása India lakóiról; szerinte (III 101) ezeknek nemcsak a bőruk fekete, hanem — akárcsak a szintén fekete bőrű aithiopszoknak — még a termékenyítő magjuk (*goné*) is fekete! Sok vitát váltottak ki az India élővilágáról adott leírásban szereplő „aranyásó hangyák”, amelyek a rókánál is nagyobbak (III 102). Ezek a Paktyka tartományban Kaszpatyrosz város mellett a föld alatt, a homokpusztában lakást készítő különös lények felkutatják az indusok számára az aranyat: némely kutató szerint ezek a rágcsláló mormoták, de az sem lehetetlen, hogy a különös alakú, a föld alatt mély csatornákat ásó pangolinról — a bengáliai tobzoskáról (*Manis tetradactyla L.*) esik itt szó.

Ígen érdekesek tudósunk nézetei az oikoumené keleti szélén élő állatvilágról: *Hérodotosz* hangsúlyozza, hogy India állatai, a négylábúak és a szárnyasok egyaránt nagyobbak, mint más vidéken. Az *oikoumené* déli szélén, Arábiában viszont a szárnyas kígyók élnek, amelyek szerencsére nem túl termékenyek, mert a Természet bölcsen úgy intézkedett, hogy a félénk állatok — mint pl. a nyúl — igen szaporák, viszont a veszedelmesek kevés utódot hoznak világra. Az élővilág rendjének ilyen „szaporodás-biológiai” egyensúlya valóban sajátos felismerés, s szinte modernül hat. . Egyébként *Brehm* megjegyzi, lehetséges, hogy a görögök már tudtak valamit a röpködő sárkánygyíkokról (*Draco sp. L.*), amelyek ugyan ma csak Délkelet-Ázsiában élnek.

Hérodotosz tájékoztatta elsőként a görög világot Arábia illatos fűszereiről, s ő adta az első — igen alapos — leírást az arab nomád állattenyésztés legfontosabb háziállatairól, a különböző juh fajokról. Arábia után az *oikoumené* déli széléről Aithiopiáról (mai Szudán és Etiópia) szólva kiemeli, hogy ott „nagy elefántok, mindenféle vad fák, meg nagy, szép és igen hosszú életű (*makrobiótatosz*) emberek élnek” (III 114).

Hérodotosz kitűnő kritikai érzékére, ítélőképességére jellemző — amely nemcsak a történeti események előadásában, hanem az élővilágról szóló tudósításaiban is megnyilvánult, — hogy az *oikoumené* északi szélein élőkről szólva hangsúlyozza: „A szóbeszéd úgy tartja, hogy az egy szemű arimaszpusz férfiak a griffmadaraktól rabolják [ti. az aranyat]. De én nem hiszem, hogy volnának egyszemű emberek, akik különben a többi emberekhez hasonló alkotásúak. A földszélek tehát, melyek a többi belvidéket körülzárják és magukban foglalják, véleményem szerint a legszebbek, és bennük vannak a legnagyobb ritkaságok” (III. 116) — így zárja fejtegetéseit a földszélek élővilágának sajátosságairól *Hérodotosz*.

A természeti adottságok és a benne létező élővilág viszonyára a halikarnasszoszi tudós nagy történeti művének első részében (I–IV. könyvek) még számos jelentős, új megfigyelést, közlést, véleményt találhatunk, ezek közül különösen a hideg szkíta vidék élővilágával, továbbá pedig a meleg észak-afrikai faunával kapcsolatos megjegyzései érdemelnek — elvi szempontból is — különös figyelmet.

Hérodotosz a különböző szkíta népek beható etnográfiai elemzése után, a kimmériai Boszporosz vidékének zord, hosszantartó teleiről szól, majd így folytatja: „A lovak ki tudják állni ezt a hideget; öszvérek és szamarak azonban egyáltalán nem; míg más vidéken a hidegben álló lovak megfagynak, a szamarak és az öszvérek pedig kiállják. Véleményem

szerint emiatt nem nő meg itt a szarvuk a szarvasmarháknak sem; s nézetem mellett tanúskodik *Homérosz* is, midőn az *Odysszeiában* így szól:

Libya földje, hol a bárány már szarvat eresztget.

Mert helyesen mondja, hogy meleg vidékeken gyorsan előtűnnek a szarvak; ellenben erős hidegekben vagy egyáltalán nem nő meg a marháknak a szarvuk, vagy ha nő, hát kicsiny” (IV 29. *Geréb József* fordítása). A hidegnek a morfogenezist gátló hatásával — amely *Hippokratész*-nél sőt *Tacitus*nál is visszatér (*Germania*, 5) — ellentétes a meleg serkentő hatása a formafejlődésre. Ám a meleg éghajlatú Libya területén sem alakul egységesen az állatok fejlődése. Az a kérdés, hogy itt melyek a kedvező tényezők, s melyek gátolják nem is egy-egy faj, hanem egy bizonyos faunaegyüttes kialakulását.

Hérodotosz megfelel a kérdésre — szembeállítva a földművelő és a nomád libyaiak területén élő állatvilágot.

A földművelő és a nomád libyaiak földjén élő állatok szembeállítása rendkívül fontos adatokat nyújt Északnyugat-Afrika egykori állatvilágáról, a területre jellemző gerinces állatok összehasonlításából kiderül ugyanis, hogy az egyik vidék erdős sztyepp jellegű, a másik viszont fél-sivatagos. A földművelő libyaiak területén említettek nyilván az Atlasz-hegység vidékének egykori faunáját mutatják be. A meseszerű lények — a kutyafejűek s a „fejnélküliek” — bizonyára különböző majomfajok (cerkófork, páviánfajok) felületes megfigyeléséből adódó elnevezések. Mai biogeográfus szemmel feltűnő, hogy a Szaharától északra eső területen *Hérodotosz* kyrénei útja idején — az i. e. 5. század közepén — még hány olyan nagy emlős élt (a struccról nem is beszélve), amelyek ma már ezen a vidéken teljesen kipusztultak, s csupán az ún. afrotrópusi (korábban etiópiainak nevezett) faunaterületen fordulnak elő.

A *Hérodotosz* nagy történeti művének első részéből (I–IV. könyvek) kiragadott néhány példa is ékes bizonyítéka annak, hogy a halikarnasz-szoszi tudós nagyon komolyan megvizsgálta azt a természeti környezetet, amelyben az általa előadott történeti események lejátszódtak. De nemcsak ez a tény fontos számunkra, hanem kiemelendő *Hérodotosz* módszere, ahogyan az élővilágot, embert, állatokat, növényeket mint egy kölcsönös kapcsolatban levő nagy egység részeit tárgyalja. Ám nemcsak kitűnő „etnozoológus”, vagyis az etnikum és az állatvilág kapcsolatának kutatója (külön tanulmányt igényelne, miként figyel az egyes népek táplálkozásában döntő szerepet játszó állatokra: pl. Libyában egyes népeket aszerint nevez el, hogy mivel táplálkoznak — ilyenek a sáskaevők, tek-

nősevek stb. stb.), hanem azokat a biológiai törvényeket is kutatja, amelyek egy adott területen egy bizonyos faj kialakulását szabályozzák (pl. a hőmérséklet szerepe az állatok speciális fajfejlődésének kialakulására). Mindezen túlmenően — mint a krokodilus és a trokhisoszmadar híres példája is mutatja — *Hérodotosz* olyan, ma is korszerűnek ható problémák is érdeklik, mint az állatok szimbiózisa, vagy — mint az arabiai repülő sárkányok esete mutatja — az egyes fajok szaporodását, a biológiai egyensúlyt meghatározó tényezők.

2. Az orvosi szemlélet kialakulása. Hippokratész és a „Corpus Hippocraticum”

„Ahogy az egészséges testnek a földművelés nyújt táplálékot, úgy gyógyítja a betegségeket az orvostudomány. Orvoslás pedig mindenhol létezik: hisz a legtudatlanabb népek is ismerik a füveket és más olyan dolgokat, amelyek alkalmasak a sebek és a betegségek gyógyítására. Mindazonáltal a görögök sokkal jobban kifejlesztették a gyógyászatot, mint más népek, de ők sem a kezdeti időktől, hanem csak néhány évszázaddal korábban, mint mi. *Aesculapius*t tisztelték ugyanis legrégibb orvosukként, aki az addig csiszolatlan és népies tudományt egy kissé több ügyességgel művelte, s ezért az istenek sorába fogadták. Később két fia, *Podaleiriosz* és *Makhaosz*, akik *Agamemnon* fővezért elkísérték a trójai háborúba, nagy segítségére voltak bajtársaiknak. *Homérosz* mégsem úgy említi őket, mint akik járványok idején vagy különféle betegségekben segítettek, hanem úgy, mint akik csupán sebészkedéssel vagy gyógyszerekkel szoktak sebeket orvosolni. Ebből kitűnik, hogy ők a gyógyításnak csak ezekkel az ágazataival próbálkoztak, és így ezek a legrégibb szakterületek. Ugyanettől a szerzőtől megtudjuk, hogy a betegségeket akkoriban a halhatatlan istenek haragjának tulajdonították, és segítséget is tőlük szoktak kérni. Valószínű, hogy akkoriban semmilyen más segítség sem állt rendelkezésre, ha betegség állt elő,* az emberek mégis többnyire jó egészségnek örvendtek romlatlan erkölcsük miatt, melyeket nem rontott meg sem a tunyaság, sem a fényűzés. Ugyanis ez a kettő tette tönkre a testeket előbb

* *Marx* szövegjavítása szerint: Valószínű, hogy akkoriban sokkal többen haltak meg, mert semmiféle segítség sem akadt, ha betegség állt elő.

a görögöknél, majd nálunk is. És ezért van, hogy a különben sokoldalúan kibontakozó orvostudomány, amelyre sem korábban, sem pedig más népeknél nem volt szükség, csak alig néhányunkat segít el az öregkor küszöbéig.

Az említett személyek után tehát egyetlen kiváló férfiú sem foglalkozott a gyógyítással egészen addig, amíg nem fogtak hozzá nagyobb igyekezettel a tudományok műveléséhez. És amilyen nagymértékben hasznára van ez mindannyiunk lelkének, annyira ártalmas a testnek. Kezdetben az orvoslás tudományát a bölcsélet részének (*sapientiae pars*) tartották, úgy-hogy a betegségek gyógyítását és a dolgok természetének tanulmányozását először ugyanazok a tudósok végezték, akik a sok vizsgálódás közben testük erejét fölemésztették a nyugtalan (*inquieta*; más kiadásokban: *quieta*: békés) töprengésekkel és az éjszakai virrasztással. Úgy halljuk ugyanis, hogy a bölcsesség tanítómesterei közül sokan járatosak voltak az orvoslásban. Köztük *Pythagorasz*, *Empedoklész* és *Démokritosz* voltak a leghíresebbek. Ez utóbbi tanítványának tartották egyesek a Kószból való *Hippokratészt*, a tudása és ékesszólása miatt is híres férfiút, aki az összes orvos közül leginkább méltó arra, hogy emlékezetünkben tartsuk, mert ő különítette el a bölcsélet tanulmányozásától ezt a tudományt” — olvas-suk a római *Aulus Cornelius Celsus*nak az orvostudományról írott munkájának bevezetőjében (*H. Deák Gyöngyi* fordítása). Az idősebb *Plinius*, aki szintén megírta az ókori orvostudomány történetét, még azt is hozzá-teszi, hogy „*Aesculapius*nak (a görögök *Aszklepiosz*ának) templomában (akinek Kósz szigete szentelve volt) az volt a szokás, hogy a betegségből felépülők felírták, mi segítette elő gyógyulásukat, hogy később hasonló esetben fel lehessen ezt használni. Azt mondják, hogy *Hippokratész* ezeket összeírta, és — ahogy nálunk *Varro* véli — miután a templom leégett, bevezette az ún. betegágy melletti gyógyítást (*kliniké*)” (*Nat. hist.* XXIX, II. *H. Deák Gyöngyi* fordítása.)

Mit tudunk erről a *Hippokratésztől*, aki — a római tudósok fentebb idézett tanúsága szerint — elméleti és gyakorlati vonatkozásban egyaránt új távlatokat nyitott meg az orvostudomány számára? A Kósz szigeti tudós élete (kb. i. e. 480–377) egybeesik a görög demokrácia — közelebb-ről az ión világ — kulturális fejlődésének virágkorával. Athénban a szók-ratészi dialógusból jól ismert bölcselő, *Gorgiasz* vezette be a filozófiába, az orvosi *technét* pedig a Szelümbriában született *Hérodikosztól* tanulta, a gyakorlatot mint ún. vándorló orvos (*periodeutész*) szerezte meg. Átélt a rettenetes athéni járványt (i. e. 430–425), amelynek pontos diagnózi-

sát — *Thukydidesz* mesteri leírása ellenére — még ma sem tudják pontosan megállapítani az epidemiológusok.

Hippokratész művei nem az eredeti megfogalmazásukban maradtak ránk: az ún. „*Corpus Hippocraticum*”, amely több mint félszáz orvosi jellegű írást foglal magában, legkorábban az i. e. 300 körüli években keletkezhetett. Ezek az orvostudomány legkülönbözőbb ágait ölelik fel, közéjük számítja a kutatás a híres *hippokratészi esküt*, a régiek orvostudományáról szóló művet, továbbá az orvoslás legfontosabb tanait összefoglaló *aforizmákat* is. A *Corpus* legtöbb könyve bonctani és élettani jellegű, köztük a legjelentősebb, *Az emberi természetről* (*De natura hominis*), már egy késői követő munkája. A helyes táplálkozásról (*Peri diaitész* = *De victu*) írott munka még a korábbi természetbölcselet befolyására utal annyiban, amennyiben a „tűz” és a „víz” szerepéről ír a test működésében. A mű nemcsak azért figyelemre méltó, mert a helyes táplálkozás fontosságát hangsúlyozza az egészség megőrzésében, hanem azért is érdekes, mert utolsó részében az álmok prognosztikus és diagnosztikus jelentőségét hangsúlyozza! Nagy összefoglaló műve a különböző betegségekről a *Prognosztikón*. A speciális kórtan alapelveit a járványokról szóló munka hét könyvében olvashatjuk (*Epidémion biblia hepta* = *Epidemiarum libri VII.*). A munka módszertani érdekessége, hogy egy konkrét helyen: *Thaszosz* szigetén évenként megjelenő járványok leírását adja; szerinte gyógyíthatatlan betegségekről lévén szó, a kórismét nem követi terápia. Biztosan hippokratészi mű a gyűjteményben az ésszerű táplálkozás gyógyhatásáról írott *Peri diaitész oxeón* (*De ratione victus in acutis*); érdekességét a különböző italok — mint pl. árpalé, méhsör, bor stb. — gyógyító hatásáról szóló megállapítások adták.

A hippokratészi gyűjtemény terapeutikai szempontból legnagyobb hatású részei közé tartoznak a különböző sebészeti, orthopédiai vonatkozású könyvek. Meglepőek a koponyasérülésekkel kapcsolatos eljárások, amelyek viszonylag jó bonctani ismeretekre vallanak. A sportolók számára nagyon fontos volt a ficamok gyógyítása. Erről szól a *Peri arthrón* (*De articulis*) című munkája. Különösen érdekes a ficamokról szóló fejtegetésekben, hogy a szerző rámutat az *alkati* hajlamosságra, megállapítván, hogy „a soványoknál könnyebben támadnak ficamok és könnyebben igazíttatnak helyre, mint a kövéreknél”. A lesoványodott szarvasmarhák megbetegedésre való hajlamáról szólva rámutat a *testalkat* és a *táplálkozás* kapcsolatára is. Az ókorban nagy tekintélynek örvendett a hippokratészi *Corpus*nak a fejsérülésekről (*Peri tón en kephalé troma-*

tón = *De capitis vulneribus*) szóló könyve, melyeknek illusztrációit is ismerjük bizánci kéziratokból.

Számos nőgyógyászati tárgyú munka is fennmaradt *Hippokratész* nevével fémjelezve — köztük az egyik lélektani vonatkozásokat is tartalmaz (a menstruáció előtti időszak lelki zavaraiával foglalkozik) —, ám erősen vitatható, hogy ezek valóban a kósi tudós alkotásai.

A hippokratészi gondolkodásmód és tudományos módszer szempontjából legjelentősebb mű a *Corpusban A levegőről, a vizekről és a helyekről* (*Peri aerón, hydatón, topón* = *De aere, aquis, locis*) szól. A mű két részből áll, az első rész prognosztikus, a második aitiologikus jellegű — hangsúlyozza *Harmatta János*, aki a két rész közti egyes ellentmondásokra is utal, majd életföldrajzi adatok alapján rámutat arra, hogy e mű ránk maradt formája nem keletkezhetett *Hippokratész* korában, hanem csak i. e. 370 utáni időben. Mindez azonban nem változtat azon a tényen, hogy a mű *tudományos szemlélete* a nagy görög orvos felfogását tükrözi.

Az évszakok, a szelek iránya, a vizek és a föld hatása az ember testi és lelki adottságaira, betegségeinek keletkezésére — ez a mű első részének mondanivalója. Mindezt kiegészíti az égi jelenségek hatásaira való utalás, szerinte különösen a napéjegylenlőségek — kiváltképpen az őszi — veszedelmesek. Mindez az 1–11. fejezetben olvasható, a másik rész (12–24. fejezet) viszont antropológiai-etnográfiai jellegű: Európa és Ázsia (az utóbbiba Egyiptomot, sőt Libyát is beleérti) népeinek összehasonlítható vizsgálatát tárja elénk. Az összehasonlítás, illetőleg a különbségek bemutatása lényegében az első rész módszerének konkrét esetekre való alkalmazásából áll, vagyis a két világrészben élők különbözőségeit úgy mutatja be, mint a két terület lakosságára ható különböző természeti — környezeti — tényezők eredményét. Míg az első rész gondosan elemzi az emberi környezet fizikai — abiotikus — tényezőinek hatásait — különösen az egyes évszakok vonatkozásában — a betegségek kialakulására és kórfolyamatára, addig a második részben a sajátosan orvosi vonatkozások az embertani, néprajzi, karakterológiai megállapítások javára háttérbe szorulnak; ez a rész a gyakorló orvos számára alig nyújt valamit, legfeljebb az akkori „pszichiáterek” számára volt érdekes.

A környezethatások szomatikus hatásait elemezve szerzőnk jól megkülönbözteti a természetes hatásoktól az emberi testre gyakorolt mesterséges beavatkozásokat, amilyen a Maeotis környékén élő népeknél gyakori koponyatorzítás, *makrokephalia*. Ám hozzáteszi: „A mag... a test minden részéből ered, az egészséges az egészséges, a beteg a beteg testből.

Ha tehát a kopaszoktól kopaszok, a kék szeműektől kék szeműek, a kancsaloktól kancsal gyermekek származnak, amint az többnyire történni szokott, és egyéb alaki sajátosságokkal hasonló a helyzet, mi akadály van annak, hogy a hosszú fejűtől hosszú fejű szülessék?” (14, 5–6. *Ritók Zsigmond* fordítása.) Szerzőnk tehát a vele született és a szerzett tulajdonságok öröklését képtelen megkülönböztetni, jóllehet fejtegetéseit így zárja le: „Most azonban már nem születnek ugyanolyan módon, mint korábban, mert ez a szokás (*nomosz*) a többi emberekkel való érintkezés miatt nem olyan erős.”

Különösen részletesen foglalkozik szerzőnk a zord éghajlat alatt élő szkítákkal és környezetükkel. Hangsúlyozza, hogy a rossz táplálkozás és a mostoha természeti viszonyok hatása *minden* élőlényre kiterjed az adott területen – ahogyan ma mondanánk, az élettéren belül –, ezért az állatok kis termetűek, az ökrök szarvatlanok stb. Mesterien jellemzi a környezetet és a szomatikus konstitúció kapcsolatát e nép biológiai jellemzésénél, hangsúlyozva, hogy az évszakok állandó váltakozásának hiánya miatt „sem a test, sem a lélek nem képes tűrésre”. Ezért testalkatuk vaszkos, húsos, formátlan, nedves, petyhüdt. Míg a szkíták – akárcsak az egyiptomiak – egymástól alig különböztethetők meg, mert mindkét területet a változások ritmusának, ellentétének hiánya jellemzi, addig a többi európai népek, ahol erős klímaingadozás uralkodik az évszakok közt, mind nagyságra, mind alakra nagyon különböznek egymástól.

A híres hippokratészi alkattan – a négy fő alkattípussal – tehát azokon a területeken élő népekre érvényes, ahol az évszakok változása határozottan megállapítható. A szóban forgó mű második részének (amely egyes alkattani megállapításaiban eltér az első résztől), s egyéb, a *Corpus*-ban szereplő munkák (így az emberi test részeiről szóló mű) figyelembevételével a következő összefüggések állapíthatók meg:

Éghajlat	Évszak	Alkat
Meleg és nedves vidék	= Tavasz	= Szangvinikus
Meleg és száraz vidék	= Nyár	= Kolerikus
Hideg és száraz vidék	= Ősz	= Melankolikus
Hideg és nedves vidék	= Tél	= Flegmatikus

A *Corpus Hippocraticum*-ban lefektetett tanítások tehát nemcsak az antik orvostudomány, hanem az ókor egész élettudományi szemlélete szem-

pontjából alapvetőek és nagy hatásúak. Igaz, hogy *Farrington** rámutat arra, miszerint a hippokratészi orvosoknak technikai felkészültségük a maihoz képest minimális volt, de hiszen ezeknek az orvosoknak multhatatlan érdemük a tudomány fejlődésében nem is gyakorlati orvosi eredményeikben rejlik, amely a kezdetleges műszerezettség ellenére bámulatos ugyan, de mégis viszonylagos értékű. A lényeg, az igazi érték a *szemlélet*: az *Ember és a kozmosz összefüggésének reális, sokoldalú vizsgálata*.

A szemlélet úttörő jellege, amelynek gyökerei valószínűleg a nagy geográfus, *Hekataiosz* kutatásaiig követhetők vissza, adja meg azt az igazi alapot, amelyen a „humorálpáthológia” lényegében ma is nyugszik. Ez a szemlélet *kat'exokhén „holisztikus”*, vagyis a részmegismerést mindig az Egészben értékeli. Az „egészség” – kitűnő magyar szó – *legteljesebb* értelmezésében: ez a hippokratészi gondolkodás alapja és végcélja. Ugyanazt a klasszikus embereszményt tükrözi, amit a kortárs emberábrázoló művészet – különösen a szobrászat – is megvalósított. „A szépség nem az alkotóelemek, hanem a részek arányosságában áll” – írja a kor nagy szobrászának, *Polykleitosznak Kánonjáról* a legnagyobb Hippokratész-interpretáló és követő: *Galénosz*. Ez a harmóniára való törekvés tükröződik abban a nagyszerű *philanthrópiában* is, amit a hippokratészi eskü – a mai orvosi eskü alapja – tükröz.

3. Vadászat és lótenyésztés mint tudomány. Xenophón

„... s fölpillantva hegyezte fülét az amott heverő eb,
Argosz, amely Odüsszeuszé volt, gazdája nevelte
egykoron, ám nem örült neki ő maga: mert hamarabb ment
szent Trójába. S az ifjak szokták vinni magukkal
úzni a vadkecskét, a nyulat, meg az őzet az erdőn”

(*Homérosz, Odüsszeia*, XVII. 291 – 295. *Devecseri Gábor* fordítása)

Az ember legrégebbi segítőtársa, mondhatjuk barátja, az állatok világában a kutya. A kiragadott homéroszi részlet – egy a sok közül – tanúsodik arról, hogy már az antik kultúra kezdetén is mennyire ismerték és szerették ezt a hűséges állatot. A rá vonatkozó tudomány, a *kynológia*,

* *B. Farrington*: A tudomány az ókorban, Budapest 1947.

megalapítójának azonban igazában a klasszikus kori görögség kiválóságát, *Xenophón*t tarthatjuk. *Xenophón* (i. e. 430–354), *Szókratész* tanítványa, nagyon színes egyéniség. Tízezer görög zsoldost vezet vissza egy perzsiai beháborúból, melyről színes szavú írásban számol be. *Diogenész Laertiosz* kiemeli róla, hogy „kiváltképp a lónevelésben, a vadászatban és a hadászatban kiváló, amint írásai is tanúsítják”.

Vadászati műve, a *Kynégetikosz* (*A vadászó*) úttörő a maga nemében. A munka címe is utal a „főhősökre”, vagyis a kutyákra, hiszen a görög vadász szó kutyauzót jelent. A 13 részes könyv elején a vadászat történetének első összefoglalását olvashatjuk, a leghíresebb mondabeli vadászok felsorolásával, s jeles tetteik említésével. A vadászathoz szükséges eszközök után kerül sor a zoológiai szempontból legérdekesebb fejezetek egyikére, amely általános jellemzést nyújt a vadászkutyákról, előbb azonban két fő csoportra osztja őket: az egyiket *Kasztorról*, a mítoszok nagy vadászáról nevezi el, a másikat rókajellegűnek tartja, mert szerinte ezek a kutya és a róka származékai. Ezt a részt egészíti ki a mű végén (a 10. fejezetben) az egyes vadászkutyafajták részletes bemutatása; *Xenophón* itt négy fajtájukat említi: az indiait, a krétait, a lokriszit és a lakóniait. *Xenophón* valójában az utóbbit véli a legjobb vadászkutyának, s a 3. fejezetben szereplő két fajta — a „kasztór-kutya” és a „róka-kutya” valójában ennek a fajtának a változatai (a „róka-kutyát” sajátos hosszú orra, vörhenyes szőre, s lompos farka jellemzi). A lakóniai kutyát a görög vázafestészet és szobrászat is gyakran ábrázolta, a ma tenyésztett kutya-fajták közül leginkább a sima szőrű vizslához hasonlít, míg a krétai és a lokriszi az agarakhoz, az indiai pedig a dogszerű kutyákhoz volt hasonló. *Xenophón* nemcsak leírja az egyes kutyafajtákat, s jellemzi tulajdonságikat, hanem utasításokat is ad idomításukra (főként a 4. és 7. fejezetben).

Szerzőnk *Szókratész* igazi tanítványának mutatkozik a szóban forgó munkájában is, midőn a 12. fejezetben a vadászat etikájáról beszélve s annak emberformáló jellegét hangsúlyozva, a szofisták egyénre és államra egyaránt veszedelmes nevelési módszerét elítélve kiemeli, hogy a vadászat a *kalosz kagathosz anér* (a szép- és igazlelkű férfi) nevelését mozditja elő. A mű 4. és 6. fejezete részletes tanácsokat nyújt az egyes vadak, így a nyúl és a vadkan vadászatára. *Xenophón* művét nemcsak *Polybiosz*, a kiváló történész és geográfus magasztalta, hanem az egész ókor vadászati irodalmára is igen nagy hatást gyakorolt.

Olvastuk, hogy *Xenophón* a lótenyésztésben is jeleskedett. Ismeretes, hogy a görögöknél a természeti adottságok miatt a perzsákhoz és a no-

mád népekhez képest a lótenyésztés viszonylag elmaradott volt, jóllehet Homérosznál is gyakran szó esik lovakról. Az első összefoglaló munkát a lóról és tenyésztéséről görög nyelven az athéni Szimón írta, aki az i. e. 4. században működött, munkája a lovak külleméről és kiválasztásáról (*Peri eidousz kai epilogész hippón*) rövidsége ellenére is alapvető. Miután hangsúlyozza, hogy Görögországban a legjobb lovak Thesszáliában (az északkeleti, hegyekkel körülvárt, jó fűvű síkságon) találhatóak, részletes leírást ad a tökéletes ló külleméről: érdekes, hogy szerinte a jó ló „felül” (azaz a mar és a fara között) rövid, alul viszont hosszú kell legyen — ilyenek a kor nagy szobrászának, Pheidiasznak lovai is az athéni Parthenón frízén.

Szimón tanításait megszívlelte, s — miként a vadásztudományban, úgy a hippológiájában is — a perzsa tapasztalatokat is figyelembe véve kiegészítette (az ő tanításait) Xenophón a lovaglásról (*Peri hippikész*) írott, nagy jelentőségű művében. A mű első részében, amelyben a lóvásárlás szempontjaival foglalkozik, elődjének megállapításait fejleszti tovább. Nemcsak arra ügyel, hogy pontos alaktani leírást adjon az olyan csikóról, amit (a katonaság számára) megvenni leginkább érdemes, hanem arra is felhívja a figyelmet, miként válik a csikó az ember kezés barátjává (*kheiroéthész kai philanthróposz ho pólosz*) — vagyis állatlélektani, etológiai problémák is érdeklik. Tanácsai egyébként egy mai lótenyésztő számára is hasznosak lehetnek, pl. az a figyelmeztetése, hogy csak olyan csikót szabad megvásárolni, amelynek még megvannak a tejfogai (vagyis négy és egynegyed évnél nem öregebbet). A továbbiakban jó tanácsokat ad az istállózásról, hangsúlyozván, milyen fontos, hogy az istállót folyamatosan tisztán tartsuk. Természetesen nagy gondot fordít a lovak csutakolására is, mindez nemcsak arra utal, hogy a szerző gondos állattartó volt, de őszinte állatbarátságát tükrözi, amit a kutyákról szóló munkája is igazol. Mindkét állatfajt az ember hasznos és védelemre, szeretetre méltó társának tekinti. Különös gondot fordít arra is, hogyan helyezték el a zablát a ló szájában, hogy az ne sebezze meg az állatot. (Gondoljunk arra, hogy később, a középkorban milyen nagy és durva zablakkal kínozták a nemes paripákat a „kegyes szívű lovagok”!)

Xenophón művének központi problémája — címének megfelelően — a lovaglás művészete (7–11. fejezetek). Ebben a részben etológiai szempontból az a rész a legérdekesebb, amelyben szerzőnk a makrancos lóval való bánásmódot fejti ki. Állatlélektani szempontból különösen figyelemre méltó, hogy szerzőnk mennyire fontosnak tartja, hogy az ilyen állatot

övjük a hirtelen jövő hatásoktól, ahogy ma mondanánk, a traumáktól! Persze – hangsúlyozza fejtegetései végén szerzőnk – a legokosabb ilyen természetű lovat meg se vásárolni.

A mű zárófejezete (12. fejezet) a ló és lovasának felszerelésével foglalkozik. Itt is határozottan érvényesülnek a szerző állatvédő szempontjai, mert hangsúlyozza, hogy a ló megsebesülése a gazdája számára is végzetes lehet, ezért a ló könnyen megsebezhető részeit, fejét, szügyét, oldalbordáit, különösképpen védeni kell páncéllal. *Xenophón* nyilvánvalóan a perzsa lovas felszerelését tartotta mintának.

Xenophón ezzel a művével nem zárta le hippológiai munkásságát – hiszen számos kérdésre (pl. a lótenyésztésre, a ló szerepére a hadseregben) nem adott részletes választ, ezért művének utolsó soraiban utalt arra, hogy *Hipparkhosz* – vagyis a lovas katonák feje – számára külön könyvet akar írni, de ez sajnos nem maradt ránk.

4. Bioszisztematika a platóni Akadémián

Miként lehet rendet teremteni az élők roppant változékonyságában? Melyek a rokon, s melyek a külön csoportba tartozó élőlények? A kérdés már *Démokritoszt* is izgatta, *Hippokratész* köre is foglalkozott vele (az ún. kósi állatrendszertan), de a probléma módszeres vizsgálatára kétségkívül csak a platóni Akadémiában került sor. Hogy miként érvényesült *Szókratész* legnagyobb tanítványának logikai rendszere az élővilág osztályozásában, erre vonatkozólag – a *Timaiosz*ban és másutt található utalásokon kívül a legfőbb forrás az *epikratészi* szöveg, amelyet a római császárkorban élt *Athénaios* őrzött meg számunkra (*Deipnosophisztai* II, 59d), továbbá *Platón* követőjének és bírálójának, *Arisztotelész*nek a véleménye a platóni osztályozás zoológiai vonatkozásairól (erről majd alább, *Arisztotelész* állattanának tárgyalásánál írunk).

Epikratész – a komédiaíró – egy konkrét eset kapcsán világítja meg, miként érvényesült a gyakorlatban *Platón* törekvése az élőlények logikai meghatározására, rendszertani elhelyezésére. Két beszélgető arról cseveg, hogy Athénban a Panathénaiia magasztos ünnepei alkalmából miről esett szó a Mester és két tanítványa: *Szpeuszipposz* és *Menedemosz* között. Az Akadémiában az ifjak egy csoportja azzal foglalatzkodott, hogy „a természeti jelenségeket magyarázzák”. Megkülönböztették az állatok életmódját (*diekhórizon zóón te bion*), a fák természetét, a zöltségfélék

fajait (*dendron te physzin lakhanón te gené*). Mindeme kutatások közepette arra a kérdésre akartak feleletet találni, hogy a tők (*kolokynthé*) a növények milyen csoportjába tartozik (*tinosz genousz einai phytón*). A fiatal tudósjelöltek hosszan töprengtek ezen a kérdésen, mígnem egyvalaki azt állította, hogy a tők gömbölyded növény, másik szerint viszont fűféle, sőt olyan vélemény is elhangzott, hogy fa... Meghallotta a vitát — olvassuk tovább az Epikratész-idézetben — egy szicíliai orvos, s ki-gúnyolta őket, mintha bolondok lennének. Ám Platón — aki jelen volt a vitánál — nagyon szelíden, anélkül hogy megharagudott volna, elrendelte: vizsgálják meg újra, milyen fajhoz tartozik a tők (*aphorizeszthai tinosz eszti genousz*). S azután meg is határozták.

A szöveg azért különösen érdekes, mert ez az első tudósítás egy „növényrendszertani gyakorlat” lefolyásáról, természetesen a szó klasszikus — a meghatározás pontos logikai eredményét hangsúlyozó — értelmében. Mindazonáltal oda kell figyelniünk a kiváló svéd biológia-történész, Erik Nordenskiöld megállapítására: „Ha Platón a biológiai rendszertan megalapozásával nagy szolgálatot tett is az élettudomány fejlődésének, másfelől azonban hatása végzetes volt a tudomány fejlődésére. Az ideák világának mint egyetlen valóságosan létezőnek kiemelése a természet és az érzékelhető világ alábecsüléséhez vezetett...”*

A beszélgetésben említett Platón-tanítvány, Szpeuszipposz — a Mester unokaöccse és utóda az Akadémia irányításában — nemcsak a matematikai gondolkodás történetében figyelemre méltó (a platóni ideatant összekapcsolja a pythagoreus számelmélettel), hanem folytatja nagybátyja rendszertani törekvéseit. Ha a világ alapja az egység és a sokféleség, akkor Szpeuszipposz ennek a szemléletnek rendszertani elveiben is érvényt akart szerezni, következésképp fel kell kutatni az élőek világában azokat a *genoszokat*, amelyek bizonyos szempontból egységet alkotnak. Ugyancsak főként *Athénaiosz* őrizte meg (egy idézet kivételével, amely a tudós bizánci főpapról, *Phótiosz*nál található) Szpeuszipposz nagy jelentőségű műve, a *Hasonlóságok* (*Homoia*) néhány töredékét... Ez a munka — tudomásunk szerint a tudomány történetében elsőként — a növényeket és az állatokat hasonlóságuk szerint rendszertani csoportokba sorolta. Sajnos, ezek a töredékek kizárólag a II. könyvből valók, holott

* E. Nordenskiöld, Die Geschichte der Biologie, deutsch von Guido Schneider. Verlag G. Fischer, Jena 1926. 32 — 33.

tudósunk életrajzírója, *Diogenész Laertiosz* szerint ez a munka 10 könyvet foglalt magában.

A II. könyv — az athénaioszi idézetek szerint — főként a különböző tengeri állatokat csoportosította hasonlóságuk szerint. Úgy tűnik, hogy *Szpeuszipposz* több csoportját állította fel a halaknak, külön csoportba illesztette a tengeri kagylókat, továbbá a puha páncélúakat (*mala-kosztraka*) — mint amilyenek a különféle tengeri rákok (pl. *karabosz*, *asztakosz*, *karkinosz*, *pagourosz* stb.).

5. Arisztotelész. „Az állattan atyja”

„Nagy Sándor, aki égett a vágytól, hogy az állatok természetét megismerje, ennek magyarázatát *Arisztotelész*re, az összes tudományokban legokosabb férfúra bízta, rendelkezésére bocsátván egész Ázsia és Görögország területén néhány ezer férfit, akik mind vadászatból, madarászatból, halászatból éltek, vagy akik valamilyen állatot neveltek, vadaskerteket, nyájakat, kaptárokat vagy madárházakat gondoztak, hogy egyetlen élőlény se kerülje ki figyelmét” — olvassuk *Plinius* munkájában (*Nat. Hist.* VIII, 44). Kétségtelen, hogy az *oikoumenének* az a kitágulása, amely *Alexandrosz* Távol-Keletre is kinyúló hódításaival következett be, jelentős tényanyaggal gazdagíthatta az antik világ természetrajzi ismereteit, ám az igazság kedvéért tegyük hozzá, hogy a *Stagírita* legjelentősebb állattani művei még nagy tanítványának világhódító útjai előtt keletkeztek. Inkább a nagy uralkodó által teremtett új gazdasági-társadalmi lehetőségek, igények hatottak ösztönzően a természettudományok számára. Mindenesetre vitán felül áll, hogy *Arisztotelész*nek az élővilág ismeretére vonatkozó közlése, ha számos területen át is vette a korábbi eredményeket és feltevéseket, fontosabb eredményeiben az *elméleti megalapozottságot széles körű tényismerettel tudta párosítani*. Legkorábbi, hétkötetes állattani műve, az *Anatomai* — amely sajnos elveszett —, amint azt a későbbi hivatkozásokból megállapíthatjuk, konkrét vizsgálatokon alapuló magyarázatokkal ellátott anatómiai atlasz lehetett. Valószínűleg elsősorban a tengeri állatok bonctanát dolgozta fel, az a néhány illusztráció (így a tengeri sünn bonctanának képe) is erre utal, amely két bizánci kódex farmakozoológiai anyagába illesztve ránk maradt. Mikor semmisült meg ez a páratlan munka? Nem tudjuk. Tény, hogy *Arisztotelész* műveinek 5. századi

katalógusában *Hészzykhiosz* még egy rövid, egykötetes kivonatát is említi (*Eklogé anatomón*), ez azonban valószínűleg már nem a makedón tudós saját kezű munkája, hanem egy hellenisztikus kompilátor a nagy műből kivonatolta. *Arisztotelész* állattani főműve, *Az állatok története* (*Peri ta zóa isztoriai* = *Historia animalium*) – melyből hét könyvet hitelesen ő maga írt – tehát anatómiai-morfológiai előtanulmányokra épült. (A Mester különben maga is rajzolt anatómiai ábrákat az athéni Akadémia előadótermének táblájára, mint ez műveinek egyes utalásaiból következtethető.) Mi a célja *Arisztotelész* állattani főművének? Erre a kérdésre maga *Arisztotelész* ad választ másik nagy zoológiai munkájában, amely az állatok testrészeit tárgyalja (*Peri zóón morión* = *De partibus animalium*). Kijelenti, hogy miután a *Historia Animalium*ban leírta a testrészeket a maguk összességében, ahogy az egyes élőlények szervezetét alkotják, a másik műben az egyes szervek leírásán van a hangsúly, e szervek sajátosságain.

Az *Anatomai* alapismereteire épülő harmadik mű az állatok szaporodásáról, a szaporodás szerveiről, módjáról szól (*Peri zóón geneszeósz* = *De generatione animalium*). Tervszerű kiegészítése ez az előbbi munkáknak, hiszen a *De partibus animalium*ban *Arisztotelész* szándékosan mellőzte a szaporítószervek leírását, miután azokról – nagy jelentőségük miatt – külön könyvet szándékozott írni.

Arisztotelész nagy zoológiai műveihez számos, egy-egy részletproblémát – mint pl. a mozgást vagy a lélegzést – tárgyaló kisebb munka csatlakozik. Különösen érdekes az állatok mozgásáról írott könyve (*Peri zóón kinészeósz* = *De motu animalium*), amelyben arra törekszik, hogy az egyes állatcsoportok jellegzetes képviselőinek sajátos mozgásritmusát matematikai módszerrel, pontosabban a mozgásfelépítését, dinamizmusát bemutató ábrák segítségével interpretálja. A tökéletes logikával átgondolt, szépen egymásra épülő zoológiai műben feltűnhet, hogy hiányzik egy olyan önálló munka, amely az állatok osztályozásával, rendszerezésével foglalkozik. Pedig az állattannak ez a nagy és fontos területe a *Sztagirítát* különösen érdekelte, legalábbis erre következtetünk a *Historia animalium* elején olvasható megállapításaiból: „Az állatokat életmódjuk, működésük, szokásaik és részeik szerint lehet megkülönböztetni...” Majd alább ilyen felosztást ad: „Az állatok egy részét nagy csoportokba lehet osztani; ilyenek a madarak, halak, cetek, melyek valamennyien vérrel bíró állatok (*enaima*). Egy másik osztály (*genos*) a héjas állatoké, melyeket közönségesen kagylóknak neveznek; ezekre a puha héjúak

(rákfélék) következnek, melyeknek nincs közös nevük: ilyenek a langusztá, néhány tarisznya- és tengeri rákfaj; azután jönnek a puha állatok, mint a loligo (*teuthos*) és a szépia, továbbá a rovarok osztálya”.. (*Historia animalium* I. 5–6., 490b–491a. id. Entz Géza fordítása.)

Arisztotelész későbbi műveiben egyre pontosabban írja körül az állatcsoportokat, a rendszertanról szóló könyv mégis hiányzik. Talán a peripatetikusok, vagy esetleg a nagy tanítvány, *Theophrasztoz* által írott *Zóika* — amelyből csak töredékeket ismerünk —, foglalta volna össze a *Sztagírita* rendszertani nézeteit? Miért hiányzik éppen a rendszertan? Ha erre a kérdésre komolyan keressük a választ, akkor *Arisztotelész* egész zoológiai munkamódszerét meg kell világítanunk, megkeresvén a forrásokat is, amelyek az épület alapját adják.

Utaltunk arra, hogy *Arisztotelész* zoológiai munkássága részben anatómiai vizsgálatokra épül, ehhez járulnak a sokfelől összegyűjtött adatok, amelyekre *Plinius* említett szövege is céloz. Igen ám, de az itt-ott szembetűnő bizonytalanságoknak részben éppen a különböző eredetű adatok a forrásai. A különböző szerzőktől, adatszolgáltatóktól s a saját kutatásaiból összegyűjtött sokféle állattani vonatkozású anyagban *Arisztotelész*nek rendet kellett teremtenie. Ehhez nyilvánvalóan jól kidolgozott, a lényegest a lényegtelenről elválasztó, a valóságos biológiai összefüggéseket feltáró módszer megalkotására volt szüksége. Ez azonban számára sem volt könnyű feladat. A *Historia animalium* különböző helyein olvasható leírások, meghatározások összevetéséből kiderül, hogy *Arisztotelész*nek ebben a művében az egyes állatcsoportok elkülönítése nem mindig valósult meg következetesen: a sokféle meghatározás gyakran interferál, s esetenként éppen a túl sok jelző nehezíti az egyes állatcsoportok lényegi vonásainak megjelölését. Ezeket a nehézségeket bizonyára ő maga is érezhette, mert a *De partibus animalium* I-ben kísérletet tesz saját módszerének pontosabb meghatározására. Természetesen nem saját, korábbi hibáit tárja fel, hanem az elődökét: a platóni Akadémia meghatározási módszerének az ún. *diaireszisz*nek („felosztás”) bizonyos hibáira hívja fel a figyelmet, rámutatván, hogy azok csupán kétféle osztással (*dichotómikus* módszerrel) határozták meg egy bizonyos élőlény rendszertani helyét. Arra is rámutat, hogy a platóni osztályozás nem az élőlények reális megfigyeléséből született meg, nem az élőlény *belső* sajátosságaira alapul, a meghatározásban a *külső* körülményeket veszi döntőnek: pl. szárazföldi, légi, vízi állatok csoportjait különítvén el, olyan, természetük szerint egységes csoportot, mint pl. a madarak, mes-

terségesen szétszabdalt. Az állatvilág rendszerezése *Arisztotelész*nél tehát állandóan alakult, a változások a tudós egész életművén végigkövethetők, s egyre világosabb, áttekinthetőbb osztályozásra vezettek. Bár — mint mondtuk — élesen bírálta a platóni Akadémia rendszerezési kísérleteit, osztályozásának alapvető módszere valójában mégis a *dichotómia* maradt, amelyet úgy alkalmazott, hogy a szemben álló — elkülönítő — ellentétpárok valóban az állatok jellemző morfológiai-anatómiai sajátosságaira vonatkozzanak. Figyelembe vette a forma alakulása mellett a funkciót is: az anyag (*hylé*), az alak (*morphé*) és a cél (*telosz*) egységes vizsgálata volt a fő célja. Véleménye szerint az állatok négyféleképp osztályozhatók: életmód (*biosz*), tevékenység (*praxeisz*), szokások (*éthé*) és testrészek (*moria*) szerint. Munkássága folyamán a szervek alakja mellett a működésüket is egyre jobban igyekszik megismerni, másfelől az osztályozásban is egyre inkább a morfológiai-funkcionális egység domborodik ki, háttérbe szorítva a külső tényezők szerepét, amelyeknek a korábbi rendszerezők nagy jelentőséget tulajdonítottak. Rendszere a sztatikusabb szemlélettől a dinamikusabb felé halad.

A biológus és bölcseő *Agnes Arber* (1879–1960) kiemeli, hogy *Arisztotelész* *epigennészis*-tana *Harvey* nézetének előfutára: ugyanis azzal a felfogással szemben, amely az embrióban a későbbi, teljesen kifejtett állat kicsinyített előképét látta, a görög tudós hangsúlyozta az állat szervezetének fokozatos differenciálódását: különösen szemléletesen — rajzokkal kísérve — mutatta be a differenciálódást a tintahal (*Sepia*) esetében.

Arisztotelész rendszerezési kísérletei — jóllehet zoológiai munkásságának nem ez volt a fő célja — alapvető jelentőségűek az élettudomány történetében. Még az angol *Eduard Wotton* is, 1552-ben megjelent, úttörőnek tartott művében — *De differentiis animalium* (*Az állatok különbségeiről*) — lényegében a görög tudós rendszertani eredményeit veszi alapul. A platóni-arisztotelészi alapelvek nélkül *Carl Linné* 1735-ben megjelent első, forradalminak tartott rendszertani munkája (*Systema Naturae*) állattani része sem képzelhető el. Ő hat osztályba sorolta „az állatok országát”, amelyekből az első négy arisztotelészi osztályozáson alapul: négylábúak (*Quadrupedia* — későbbi kiadásaiban emlősök, *Mammalia*), madarak (*Aves*) csúszómászók (*Reptilia*), halak (*Pisces*). Ehhez járul még *Linnénél* a rovarok (*Insecta*) és a férgek (*Vermes*) osztálya. Ez az osztályozás már nem hangsúlyozza az első négy csoport

összetartozását, éles elkülönülését az utolsókka! szemben. *Richard Hertwig* 1924-ben rámutatott arra, hogy a linnéi rendszer visszaesés az arisztotelészivel szemben, mert semmivel sem járul hozzá jobban a rendszertani csoportok tisztázásához, mint a görög tudós. A későbbi rendszerezők jelentős része megtartotta az első négy osztály összetartozását, csak a „vérrel bírók” (*enaima*) helyett *J. B. de Lamarck* a múlt század kezdetén a „gerincesek” (*Vertebrata*) elnevezést vezette be, amely terminológiai megjelölést a mai rendszertani munkák is megtartanak az említett osztályok közös sajátságainak összekapcsolására.

Arisztotelész biológiai kutatási módszere olyan alapokat jelentett az élettudomány fejlődése számára, amelyek később egészen új eredményekre vezettek. Mint szó esett róla, a sztageirai származású tudós — különösen kései állattani műveiben — különös hangsúllyal foglalkozott az egyes szervek alakjának és működésének egységével. „A Természet a szerveket (*ta organa*) a működés (*to ergon*) céljából alkotta, nem pedig a működést a szervekért” (*Part. anim.* IV, 12, 694b 13sq.). Nos, *Lamarck* az állatok „műszereinek”, az úszó-, ugró-, ásó- és futólábak vizsgálata s a róluk való elmélkedés kapcsán jutott el arra a gondolatra, hogy ezek különös alakja csakis sajátos működésüktől eredhet. Mint-hogy a szükséglet, a használat a kevésbé alkalmas szervet speciális feladatokra alkalmasabbá teheti, következésképp a szervek alakja nem statikus, hanem dinamikus lehetőségű, így — az arisztotelészi alapokat továbbépítve — a biológiai gondolkodás ráléphetett az evolúciós gondolkodás útjára, jóllehet a makedóniai tudós nem vallotta az állatok és az ember keletkezésének azt az evolúciós jellegű szemléletét, amit *Anaxagorasz* tanított.

A modern szemléletű biológusok nem tagadják meg elismerésüket *Arisztotelész* teljesítményeitől. Maga *Charles Darwin* egyik levelében azt állítja, hogy bár „*Linné* és *Cuvier* volt az én két istenem”, ezek mégis „csupán tanulók” *Arisztotelész*hez képest. *Id. Entz Géza* professzor (1907) az élet különböző meghatározásai közt elsőként *Arisztotelészt* idézi: „Az élet a táplálkozás, a növekedés, az elmúlás, melynek oka önmagában (azaz magában az életben) van.”

6. Theophrasztosz, a növénytan megalapítója

„Felkutatta *Arisztotelész* az összes állatok keletkezését, táplálkozását, alakjait, *Theophrasztusz* pedig még a növények természetét is és a föld összes termékeinek eredetét és életviszonyait; ez ismeretek azután könnyebbé tették a legrejtettebb dolgok földerítését” — így vélekedik *M. Tullius Cicero* *A legfőbb jóról és rosszról* szóló bölcséleti-etikai munkájában (*De fin. bon. et. mal.* V, 4, 10. *Némethy Gábor* fordítása). A leszboszi Ereszoszban született *Theophrasztosz* (kb. i. e. 380–272) az *Arisztotelész* utáni ókori tudomány legszélesebb horizontú, legeredetibb gondolkodású képviselője. Szülőhazájában, Lesbosz szigetén ismerkedik össze a sztageirai bölccsel, aki ott zoológiai főművén dolgozott. Bár nézeteik később bizonyos kérdésekben eltávolodtak egymástól, mégis meleg barátság fűzte össze a két génuszt. *Arisztotelész* halála után ő szervezi meg Athénban a „*peripatetikus*” tudományos iskolát. Sajnos *Theophrasztosz* rendkívül gazdag tudományos munkásságából — melynek jegyzékét a 220 körül működött tudománytörténésznek *Diogenész Laërtiosz*nak a híres filozófusok életművéről és nézeteiről szóló munkájából ismerjük — kevés maradt ránk, s azok is jórészt átalakított szerkezetben.

E kevesek közé tartozik két nagy jelentőségű botanikai munka: az egyik általános növénytan (*Historia plantarum*), a másik speciális témakört vizsgál, mégpedig a növények életműködéseit s azoknak okait (*De causis plantarum*).

Az első mű, mai alakjában — amelyet jóval az írója halála után ölthetett — 9 könyvet foglal magában. Köztük alapvető, s talán legjelentősebb az I. könyv, a növényi test egyes részeivel s azok különbségeivel foglalkozik. Nagyon nehéz feladatot vállalt magára a leszboszi tudós már ebben a könyvben is, hiszen az antik botanikának nem volt olyan kidolgozott terminológiája, mint az állattannak; *Arisztotelész*nek a növényekről szóló műve, a *Peri phytón* csak töredékesen készülhetett el. Az *Alexandrosz* halála utáni zavaros politikai helyzet, majd váratlan halála megakadályozta a sztageirai tudóst abban, hogy állattani műveihez fogható nagyszabású botanikai műveket írjon. Nehezítette *Theophrasztosz* munkáját az is, hogy a növénytani morfológia kidolgozása, a növények sajátos természeténél, formai adottságainál fogva, eleve sokkal nehezebb feladatot jelentett, mint az állatok rendszerezése. Hiszen még a növényi test egyes részeinek pontos terminológiáját is neki kellett megteremtenie. Éppen ezért az I. könyv 2 fejezetében *Theophrasztosz* meg-

határozza a növényi test alkatrészeit, külsőket és belsőket egyaránt, tehát nemcsak morfológiát, hanem — mikroszkóp hiányában természetesen kezdetleges — szövettant, hisztológiát is ad. A növényi testrészek vizsgálata kapcsán összehasonlításokat is tesz az állati testtel.

Theophrasztosz szóban forgó munkája I. könyvének 3. fejezetében a növények rendszerezésére tesz kísérletet. Először is négy csoportot állít fel: fák, bokrok, cserjék, füvek. Ezeken a csoportokon belül külön vizsgálja a vadon élő és a termesztett növényeket. Más csoportokat is felállít, ilyenek: gyümölcshezó és gyümölcstelen, virágos és virágtalan, örökzöld és lombhullató növények. Látható, hogy ő is kettős, *dichotómi-* *kus* felosztással különíti el az alcsoportokat. A szárazföldi és vízi növények előfordulása után az alapvetés a részletes morfológiával folytatódik. Nagyon érdekes, hogy ebben a részben már nemcsak a hazai, hanem az egzotikus növényekre jellemző alaktani sajátosságokról is szó esik, így pl. a léggyökerekről. A II—V. könyvek, amelyek leíró jellegűek, már gyakorlati vonatkozásokat is tartalmaznak, többek közt pl. szó esik a növények betegségeiről, a mesterséges megtermékenyítésről stb. Növényföldrajzi szempontok különösen a IV. könyvben érvényesülnek. *Hugo Bretzl* nagyon érdekes és tanulságos könyvben mutatta be, hogy *Alexandrosz* keleti hadjáratai milyen gazdag adatgyűjtési lehetőséget nyújtottak a botanika számára. A Vörös-tenger vidékének mangrove-vegetációjáról a múlt század közepén működött kiváló Afrika-kutató, *von Heuglin* gyűjtéséig *Theophrasztosz* említett művében olvashatunk a legtöbbet! *Theophrasztosz* forrásai között kiemelkedő jelentőségű a thaszoszi *Androszthenész*nek *India partjainak körülhajózása* című munkája. Ez az utazó *Alexandrosz* megbízásából i. e. 324/23-ban mint hajóparancsnok, *Nearkhosz* flottájával együtt a Perzsa-öböl vidékét és Arábiát hajózta körül, hosszabb időt töltött a Bahrein-szigetek közé tartozó Tyloszon, s az említett művében (amelyet sajnos csak töredékesen ismerünk) leírta a szóban forgó sziget északkeleti oldalának csodálatos mangrove-vegetációit, amelyek a sziget számos forrása mellett dúsan tenyésznek. Azt is megfigyelte, hogy ezeknek a forrásvizeknek gazdag sótartalma milyen hatást vált ki a vegetáció fejlődésére, tehát növényélet-tani megfigyeléseket is végzett. A tudós tengerész a sós források mellett tenyésző datolyapálmákról szólva arról sem feledkezik meg, hogy hasonló körülmények között a libyai sivatagok oázisaiban is látott datolyapálmákat felnövekedni, tehát — ahogy ma mondanánk — összehasonlító cönológiai megfigyeléseket is tett.

Theophrasztoz említett művének IV. könyvében az alapvető jelentőségű növényföldrajzi adatokat — melyek a görög területtől eltérő növényzetek, növénytársulások kérdéseit tárgyalják — jelentős részben a thaszoszi *Androszthenész* munkájából vehette, bár ő nemcsak a trópusi flórával foglalkozott, mert pl. *Theophrasztoz* művének említett részében a makedóniai Sztrymón folyó jellegzetes növényéről, a *triboloszról* is olvashatunk. [Ez a sulyom (*Trapa natans*), amely valamikor nálunk a Tisza állóvízeiben is igen gyakori volt, s négyszarvú, kemény héjú termése révén volt különösen ismert.]

A cserjékről szóló VI. könyvben esik szó a híres — rendszertanilag ma sem biztosan meghatározott — libyai növényről, a *Silphion*ról, amely a Földközi-tenger vidékének ókori kereskedelmében oly fontos szerepet játszott. A VII–VIII. könyvben a füvekről ír — köztük a különböző gabonaneműekről is. Ez a két könyv tudománytörténeti szempontból azért is nevezetes, mert az itt olvasható felosztás szolgált alapul a kiváló reneszánsz botanikus, *Andrea Cesalpino* 1583-ban megjelent munkájához, aki — akárcsak *Mátyás* királyunk — *Theophrasztoz*nak ezt a művét a gázai *Theodórosz* 1483-ban megjelent fordításából ismerte.

Különös érdekességeket nyújt a mű utolsó, IX. könyve, ebben ugyanis a különböző növényi eredetű nedvekhez kapcsolódva a növények gyógyhatásairól ír, mégpedig főként az egzotikusakéről. Olyan különös növényekről olvashatunk ebben a könyvben, mint pl. az egyiptomi gumiakác, ennek a szomáli partokon termő változatáról is szó esik, sőt a jerikói balzsamligetekbe is elkalauzol tudós szerzőnk.

Rövidebb, de a botanika egyetemes fejlődése szempontjából nem kevésbé jelentős műve *Theophrasztoz*nak a növényélettanról szóló összefoglalása, melyet latin címén (*De causis plantarum* = *A növények okairól*) szoktak idézni. Különösen ebben a munkában domborodik ki az ereszoszi tudós biológiai szemléletének „modernsége”: ugyanis az „oikészisz” fogalma — amely az élőlénynek a fizikai környezettel, a hideg-meleg hatásokkal, a nedvességgel, szárazsággal való kapcsolatát fejezi ki — lényegében véve a mai *ökológia* tudományának alapját adja. A hat könyvből álló munka eleje nagyjából az arisztotelészi *Peri zóón genészeosz*nak a növényteni megfelelője, tehát a szaporodás, egyéni fejlődés kérdéseivel foglalkozik. Ennek a végén olvashatunk a meleg- és a hideghatások szerepéről a növények életében. A II. könyv ezeket a problémákat folytatja, itt esik szó az atmoszferikus hatásokról is. Érdekes, hogy a 11. fejezetben cáfolja *Démokritosz*nak azt az állítását,

hogy az egyenes erzetű fák hosszabb életűek, mint azok, melyeknek erezte görbült.

A III. könyv főként a gyakorló mezőgazdák, növénytermesztők számára fontos, ebben olvashatunk ugyanis — többek közt — a gyümölcsfakultúrákról s a gabonatermelésről. Különösen az ő számukra fontos a IV–V. kötetek anyaga is, az utóbbiban pl. a mesterséges növénytermesztésről s a növények betegségeiről, erőszakos pusztulásukról is olvashatunk. Végül a VI. könyv a növények ízéről, illatáról tájékoztat. Itt is szembeszáll *Démokritosszal*, aki úgy vélte, hogy a növények különböző szagai és ízei a testüket összetevő alkotórészek különbözőségeiből erednek. E kérdés vizsgálatára *Theophrasztosz* főzeteket készített a különböző növényekből (természetesen a megfelelő kémiai ismeretek híján a kérdést ő sem tudta véglegesen eldönteni).

Ez utóbbi példa is alátámasztja azt, amit *Theophrasztosz* élettudományi műveinek legszorgalmasabb kutatója, a svájci *G. Senn* hangsúlyozott, hogy ti. ő volt az első ókori biológus, aki a deduktív fogalmi gondolkodást háttérbe szorítva az életjelenségek okait *induktív módszerrel vizsgálta*.

Theophrasztosz nemcsak a botanika, hanem az élettudomány legkülönbözőbb területein is új eredményeket hozott, s főként — mint láttuk — új metodikai eljárásokat alkotott. Állattani kutatásairól már esett szó, ő teljesíti ki az arisztotelészi zoológiát, ő fejezi be a sztagírita tudós rendszertani kutatásait; az ókori természettudomány e két vezércsillagának fénye szinte korunkig bevilágította a tudomány útjait. 1679-ben a mikroszkopikus vizsgálatokon alapuló növényyszövettan és genetika egyik nagy úttörője, az olasz *Marcello Malpighi* kísérletileg, s rajzokkal is igazolta *Theophrasztosz* kutatásait, amelyekben ő — a mai rendszertan kifejezéseivel élve — az egyszikű növények (*Monocotyledones*) és a kétszikűek (*Dicotyledones*) egyéni fejlődését (*ontogenezisét*) egymástól határozottan elkülönítve vizsgálta.

Theophrasztosz botanikai munkásságát a hellenisztikus világban az alexandriai tudományosság folytatja, elsősorban *Hermipposz*. Ő Szmyrnából került a Ptolemaiosz uralkodók városába, széles körű érdeklődés jellemzi, mint általában a hellenizmus csaknem minden tudósát. Közvetlen mestere ez a *Kallimakhosz*, aki nemcsak az alexandriai könyvtár katalógusának s számos költői műnek jeles szerzője, de a madarakról írott (sajnos elveszett) munkájával az ornitológia úttörője is a görög világban. *Hermipposz* könyvet írt theophrasztoszi szellemben a fákról és a cserjékről, egy másikat pedig a félcserjékről s a füvekről. Ezeket feltehető-

leg részben saját gyűjtése alapján ismerte, hiszen az alexandriai tudósok szenvedélyesen foglalkoztak az élőlények gyűjtésével. De az alapot *Theophrasztosz* művei szolgáltatták, akinek könyvtárát *Néleusz*, majd tőle a nagy tudománypártoló uralkodó, *Ptolemaiosz Philadelphosz* vásárolta meg, aki i. e. 285-ben lépett trónra. A kutatás úgy véli, hogy *Hermipposz* — a theophrasztoszi műveket s a nagy athéni tudós jegyzeteit is felhasználva — i. e. 200 táján írhatta meg említett munkáit. Így vált az *Arisztotelész* által megindított rendszeres botanikai vizsgálat (melynek elméleti alapjait, mint láttuk, részben már a platóni Akadémián kezdték lerakni) a hellenisztikus növénytan közkincsévé, s később a római botanika — különösen *Plinius* — ilyen tárgyú műveinek forrásává. Pótolhatatlan veszteség, hogy a római tudós által említett mintegy félszáz görög orvos-botanikus munkái közül csak néhány maradt ránk egészében, a legtöbbnek csak a nevét tudjuk, hála *Plinius* forrás jegyzékének.

7. A „physzisz” és a „pszykhé” egysége — Sztratón

Az athéni klasszikus Akadémia, a Peripatosz utolsó nagy, enciklopédikus gondolkodású mestere a lampszakoszi *Sztratón* (i. e. 340/28 — 268/68). Pályáját Alexandriában kezdte: *I. Ptolemaiosz* fiának, a későbbi *II. Ptolemaiosznak* volt a nevelője, aki *Sztratónnak* köszönheti a természet, különösen az állatvilág iránti érdeklődését. Mesterétől *Theophrasztosztól* i. e. 287-ben veszi át az athéni Akadémia irányítását, és haláláig itt dolgozik.

Sztratón széles körű tudományos munkásságából sajnos jórészt csak töredékek maradtak ránk. Főként fizikai problémák érdekelték, ám életrajzírójától, *Diogenész Laërtiosztól* tudjuk, hogy több zoológiai tárgyú munkát is írt. Ezek megsemmisültek — csak annyi sejthető, hogy a lampszakoszi tudóst elsősorban néhány különleges állattani probléma foglalkoztathatta. Szerencsésebbek vagyunk az élőlények születéséről, keletkezéséről szóló munkája esetében, mert késő antik szerzők idézeteiből megtudhatjuk, hogy ebben a témakörben *Sztratón* — akárcsak a mintegy száz évvel korábban Athénban élt orvos, a karysztoszi *Dioklész* — főként az ember embrionális létének korai szakaszát vizsgálta.

Sztratón munkásságának az élettudományok fejlődéstörténete szempontjából legjelentősebb, leginkább újat hozó eredményei az érzékelés és a különféle egyéb lelki működések *természeti (biológiai) alapjainak*

vizsgálatában rejlenek. Ezek a művek, amelyek — többek közt — az érzékelésről, a szemléletről, az álomról szólnak (*Peri aiszthészeosz*, *Peri opszeosz*, *Peri hypnou*), bizonyos szempontból a démokritoszi felfogással rokoníthatók. *Sztratón* ugyanis, *Arisztotelésszel* szemben — aki az emberben levő magasabbrendű értelem, a *nousz* halhatatlanságát tanította — a test és a lélek teljes élettani egységét hirdette. Tehát a lélek nem a testnek egy bizonyos részében lakozó erő, hanem az egész szervezet minden részét áthatja, azzal elválaszthatatlan egységben működik. Természetes tehát, hogy a szervezet elpusztulásával a lélek működése is megszűnik.

Sztratón tehát elutasítja az ember különleges magasabbrendűségének hitét az élők világában, mert nézete szerint egyfelől az emberben működő pneumatikus erő sem éli túl a testet, másfelől úgy véli, hogy az állatok is rendelkeznek értelemmel. Az agyvelőt tartotta az érzékelés központjának, mint *Alkmaion*, a *Szókratész* előtti gondolkodás kiváló képviselője. Az a nézet, hogy az érzékelés egy központi szerv működésének a következménye, már az i. e. 5. század természetfilozófusánál, az apollóniai *Diogenész*nél is felmerül.

Miként vélekedik *Sztratón* az álomról? A *Peri hypnou* című művében többek közt kifejti, hogy az álom az érzékelő lélek (*aiszthétikon pneuma*) működéséhez kapcsolódik, amely az álomban visszaidézi a korábban érzékelt tapasztalatokat.

Sztratón tehát — töredékben fennmaradt tanítása szerint — az érzéki megismerés és a gondolkodás egységét hangsúlyozta, az emberi szellem és az állati lélek különbségét is tagadva a materialista irányú természetfilozófiai hagyományokat újította fel.



1. Bika ábrázolása Róma felirattal aes grave (sextans) hátlapján. (Latium és Campania, korai köztársaságkor.)
2. Brigetióban (Ószőny) talált madár mészből. Teste körökkel stilizált tollakkal van borítva.
3. Kagylót ábrázoló sextans a római köztársaságkorból. (Latium és Campania vidéke.)
4. Római bronz oroszlándisz Dunapenteléről. Három szeggel volt rendeltetési helyére rögzítve.

(Mócsy János gyűjteményéből. Fotó: Jaksity László.)



1. Elefánt Q. Caecilius Metellus denárjának hátlapján. (I. e. 48—46 között.)
2. Páva ábrázolása Antonius Pius császár feleségének, Faustínának consecratiós denárján. (2. sz.)
3. Rinocérosz Domitianus császár bronz quadránsának hátlapján. (I. sz. 81—96 között.)
4. Ökröket ábrázoló köztársaságkori fogazott denár (C. Marius C. f. Capito verete, i. e. 79—75 között.)
5. Kígyóra lépő elefánt C. Julius Caesar denárjának hátlapján. (I. e. 50.)
6. Teve előtt térdeplő Aretas király M. Aemilianus Scaurus i. e. 58-ban vert denárjának hátlapján.

(Mócsy János gyűjteményéből. Foto; Jaksity László.)

روزنی

282

وساغر

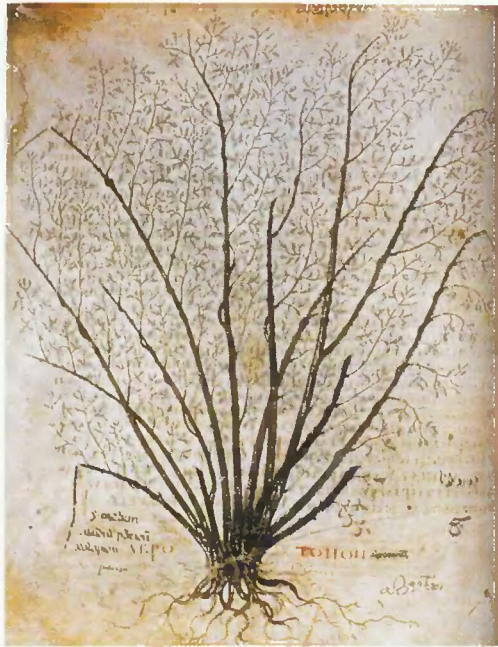


Százlevelű róza (*Rosa centifolia* L.) képe az ún. bécsi Weiner Dioskurides kódexben. (Codex Vindobonensis Medicus Graecus 1. fol. 282.; 512 körül készült másolat.)



Ökörszem (*Bupthalmum* sp. L.; Cod. Vind. Med. Gr. 1. fol. 76v.)

1. Tengeri parlagfű (*Ambrosia maritima* L.; Cod. Vind. Med. Gr. 1. fol. 21v.) ►
2. Istenfa (*Artemisia abrotanum* L.; Cod. Vind. Med. Gr. 1. fol. 23v.)
3. Királyné gyertyája (*Asphodelus racemosus* L.; Cod. Vind. Med. Gr. 1. fol. 26v.)
4. Cickafark (*Achillea magna* L.; Cod. Vind. Med. Gr. 1. fol. 24v.)





Falfestmény Augustus császár feleségének, Liviának Prima Porta-i villájából.
(Róma, Fürdőmúzeum.)



A Nilus állatai. (Pompei mozaik, Nápoly, Nemzeti Múzeum.)



Orfeusz mozaik. (Részletek; 100–200 körül. Volubilis, Marokkó.
Fotó: Máté Lajos.)



Mezei munkák. (Részletek; 3. sz. eleje. Cherchel, Algéria.
Foró: Máté Lajos.)



i, Vadállatok harca. (Részlet; 4. sz. vége, 5. sz. eleje. Cherchel, Algéria.
Fotó: Máté Lajos.)



2. Indadíszes mozaik állatokkal. (Részlet; 1. sz. vége – 3. sz. Zliten, Líbia.
Fotó: Máté Lajos.)



1. Amfiteátrumi vagy vadászati jelenet. (Részlet; 3. sz. közepe. Sicca Veneria, Tunézia. Fotó: Máté Lajos.)



2. Párducok az amfiteátrumban. (Részlet; 3. sz. közepe vagy vége. Carthago. Tunézia. Fotó: Máté Lajos.)



1. Páva szembenézetben. (4. sz. Hadrumentum, Tunézia. *Fotó: Máté Lajos.*)
 2. Csendélet. (Hadrumentum, Tunézia. *Fotó: Máté Lajos.*)





Szőnyi terrakotta uterus (Magyar Nemzeti Múzeum. *Fotó: Vékás Magdolna.*)



Visszérgyulladás ábrázolása egy antik domborműrészleten
(Athén, Nemzeti Múzeum.)



A magzat lehetséges fekvései az anyaméhben Soranus szerint (9. sz.-i másolat, Brüsszel, Királyi Könyvtár, Ms. 3714 fol. 27v.)

B) A császárkori enciklopédisták az élővilágról

1. Theophrasztoz öröksége. Nikolaosz Damaszkénosz

Az újszövetségi szent könyvekben is szereplő, egyáltalán nem szent életű *Heródes* judeai bábkirály i. e. 14-ben követségbe indult *Augustus* császár udvarába. A követség tagjai között szerepelt egy damaszkuszi tudós, *Nikolaosz*. A görög férfi nemcsak politikai éleslátásával, széles történelmi műveltségével tűnt ki, hanem arról is nevezetes volt, hogy kitűnően ismerte a görög természettudósokat.

Több mint félezer év múlva, a XVII. században egy arab tudós, *Haggi Halifa* említést tesz arról, hogy egy bizonyos damaszkuszi *Nikolaosz Arisztotelész* botanikai műveit kommentárral látta el, s ezt a művet szír nyelvből *Hunain ibn Iszhák* (aki 910-ben halt meg) arabra fordította. Ez a változat is elveszett, ám de — mint *Haggi Halifa* is írja — *Szábit ibn Kurra* nem sokkal *Iszhák* után átjavítva újra kiadta. Ez a ma is fennmaradt változat a legrégebb arab fordítása a damaszkuszi görög tudós művének, amelynek már eredeti görög szövege sem támaszkodhatott közvetlenül egy arisztotelészi szövegre, hanem csak annak valószínűleg *Theophrasztoz* és a peripatetikus által átírt változatára. Így, ebben az átalakított formában ismerhette meg *Arisztotelész* növényteni nézeteit *Nikolaosz* kommentárjával a legismertebb arab természettudós, a jeles botanikus, *Ibn Szína*, azaz *Avicenna* is.

1314-ben az arab fordítást *Qualonymus ben Qualonymos* héber nyelvre ültette át, egy évszázaddal korábban pedig ugyancsak az arab szövegről latinra fordította *Liber de plantis* (*Könyv a növényekről*) címmel egy saresheli *Alfredus* nevű angol tudós, aki maga is foglalkozott élettudományokkal (könyvet írt latinul a szívműködésről).

Ezt a latin szöveget a 13. vagy a 14. században talán *Maximosz Planudész* — vagy más bizánci tudós — görögre fordította. Így hát hosszú körforgás után ismét az eredeti nyelven jelenhetett meg *Nikolaosz* kommentárja...

A munka jelentőségét különösen az adja meg, hogy *Theophrasztoz* mestere tanításait élettani szempontból is kibővítette, s így *Nikolaosz* révén a görög növényfiziológia termékenyítő hatást gyakorolhatott az arabok ilyen irányú kutatásaira.

Nikolaosz Arisztotelész állattani műveiből is készített kivonatot, ezt – mint *Ibn an-Nadim* írja – *Abu Ali ibn Zura* ültette át arab nyelvre.

2. Plinius adatai az élő Természetről

„A föld kénytelen befogadni és eltartani a világra született kártékony állatokat is, mert azok is teremtmények, és létezésükért egyedül csak az életet adó fuvallat a bűnös és hibás e rosszak keletkezésében. Az embert megmaró kígyót nem fogadja többé ölébe, és a gyávák helyett is megbünteti. Gyógynövényeket terem és állandóan gondját viseli az emberiségnek” – olvassuk az ókor legnagyobb szabású enciklopédiájában, *Plinius Természethistóriájában* (*Nat. Hist.* II. 63. *Váczy Kálmán* fordítása). A 37 könyvből álló műnek túlnyomó része (VI–XXXII. könyv) az élővilágról szól, ám – mint a fenti idézet is tanúsítja – a mű földrajzi vonatkozású könyveiben sem feledkezik meg a szerző a Föld lakóiról. *Plinius* szemlélete – mint általában a legtöbb ókori földrajzi íróé *Hérodotosztól Sztrabónig* – biogeográfiai: a földrajzi leírás legtöbbször természetrajzaival párosul. Így külön figyelmet érdemel, hogy a különböző népek, illetve emberfajták eltéréseit – ahogy már *Hippokratész* is tette – földrajzi és éghajlattani tényezők hatásának tulajdonítja. „Semmi kétség nem lehet afelől, hogy az etiópiaiak bőrének színe születésüktől fogva azért barna, szakálluk és hajuk azért göndör, mert a naphoz túl közel, égetően forró tájakon laknak. Ezzel szemben a világ ellentétes, jéggel borított tájékán élő népek bőre fehér színű, lecsüngő hajzatuk szőke, a hideg éghajlat miatt durvák, a forró égövek pedig az éghajlat forrósága miatt tunyák. Hajzatuk azt bizonyítja, hogy a forró éghajlat a testnedveket a magasabb részekbe szívja, a hideg az alászálló nedvek miatt a test alsó részeibe taszítja. Emitt hatalmas vadállatok élnek, amott változatos és igen jól táplált állatok és sokféle madár található.” (*Nat. Hist.* II. 80)

De nemcsak általános vonatkozásban, idegen tájakról szólva érvényesül az „biocönotikus” szemlélet, hanem – természetesen főként ott, ahol a tudományos közlés mögött személyes élmény, közvetlen tapasztalat is áll: „...a bőven termő Campania, melynek tengeröblétől kezdődnek a

szőlőt termő dombok, az egész világon híressé vált részegítő nedűjükkal, s amint őseink mesélték, valamikor itt folyt le a legnagyobb vetélkedés Bacchus és Ceres között. Innen kezdődnek a setinicusok és caecubinusok földjei... itt terülnek el a laborinusok mezői, ahol terménybetakarításkor az igen élvezetes alica nevű italt készítik. A partokon meleg vizű források vannak, és egyebeken kívül a tengerből még ízletes kagylókat és halakat is halásznak. Sehol másutt nem található nemesebb fajtájú olaj, mint itt.” (III. 5. *Váczy Kálmán* fordítása.) Íme, *Plinius* mennyire színes, művészi képet tud festeni a természet egységéről egy istenekáldotta itáliai táj leírásánál!

A világmindenségről s a Földünkéről szóló I – VI. könyv után magától értetődően az ember következik. Ám *Plinius* nem tartozik az olyan elfogultak közé, akik az embert minden élőlény fölé emelik. Tudós szeme nagyon is élesen látja a kiváltságosnak tartott lény gyengeségeit. Miután a VII. könyv legelején hangsúlyozza, hogy az egész világból az élőlények érdemlik a legnagyobb figyelmet s ezek tárgyalásában joggal jut első hely az embernek, rámutat arra, hogy a természet „az összes élőlények közül ezt az egyet kényszeríti, hogy más segítségét vegye igénybe maga testének befedésére, a többinek különböző takarókat juttatott: kagylóhéjat, pánccelt, tüskét, vastag bőrt, szőrt, sertét, szőrmét, tollat, pehelyt, pikkelyt, gyapjat; még a fatörzseket is kéreggel, némelykor kétrétegesen is megvédte a hidegtől és a melegtől: csak az embert veti le csupaszon a csupasz földre születése napján, rögtön úgy, hogy nyögdécseljen és sírjon.” (VII. 1. *Berényiné Révész Mária* fordítása. – A latin szöveg gyönyörű szójátéka: *Hominem tantum nudum et in nuda humo* – szinte lefordíthatatlan!)

Az emberről szóló könyv elején egyébként újra visszatér az egyes emberfajták közti különbségekre, de ezúttal inkább csak felsorolja a különböző egzotikus népeket, mintsem a különbségek okait elemezné (fantasztikus lények, különböző indiai majomfajok is szerepelnek ebben az etnográfiai kavalkádban). Részletesen foglalkozik a születés, az öröklődés kérdéseivel, majd a különleges testi és lelki tulajdonságok elemzésére tér rá, gazdag példatárral. A magasrendű emberi alkotóképességről sem feledkezik meg (VII. 37.). Végül visszakanyarodik a testi adottságokra, ezek befejezéseként a halálról, a temetésről ejt szót. *Plinius* tagadja a lélek túlvilági létét: „Mintha bizony a lélegzés módja valamiképp más lenne az embernél, mint a többi élőlénynél, mintha nem akadna sok hosszabb életű állat, amelyeknek senki sem jövendől hasonló halhatatlanságot.” (*Nat. Hist.* VII. LV. fejezet 188)

Az embert követi az állatvilág bemutatása, mégpedig először a földi állatokról, a négylábúakról, majd a vízben élőkről esik szó, azután következnek a repülők, végül pedig a rovarok (VIII—XI. könyv). Különös, a mű végén — az élőkől készíthető gyógyszerek lezárásaként — kerül sor az állati eredetű gyógyszerek ismertetésére (XXVIII—XXXIII. könyv).

A földi állatok természetének tárgyalását a legnagyobbal, az elefánttal kezdi (VIII. 1 fejezet), s a kicsi nyulakkal végzi (LXXI. fejezet), majd a sem nem szelíd, sem nem vad állatokat említi, végül két, kimondottan zoogeográfiai jellegű fejezet zárja le a földi állatokról szóló könyvet (LXXXIII—LXXXIV. fejezet). Rendszertani jellegűnek látszó felsorolásában *Plinius* nem választja el élesen az elevenszülő és a tojásrakó négylábúakat, bár szisztematikája *Arisztotelész* rendszerére épül. Ezért különböző szempontok keverednek benne: az ichneumon, a krokodilus és a *scincus* után a *hippopotamus*, vagyis a víziló következik, tehát két „elevenszülő négylábú” közé ékelődik be a két hulló. A sajátos csoport felállítást az indokolja, hogy mindezek az állatfajok Egyiptomban fordulnak elő, szerzőnk tehát a rendszertani szempontot vegyíti a zoogeográfiaival. A könyv forrásai közt 61 szerzőt említ, ezek közül mindössze 18 római. A sok idegen szerzőt indokolja, hogy *Plinius* nagy figyelmet fordít az Európán kívül élő állatokra *Africa (Libya)*, *Aegyptus*, *Aethiopia*, *Arabia*, *India* faunájára. Ezekről — közvetlen tapasztalat hiányában — nyilván csak az ott járt antik szerzők tudósításai alapján adhat számot.

A „földi állatok”-ról szóló könyvben legmegbízhatóbbak, legértékesebbek nyilván azok az adatok, amelyek valami módon Itáliára, illetőleg magára Rómára vonatkoznak. Ezek között is különösen érdekesek azok a részek, amelyekben szerzőnk arról számol be, hogy melyik politikus, főember vagy uralkodó alatt milyen egzotikus állatok kerültek a birodalom fővárosába (pl. szelídített tigris először *Augustus* császár parancsára mutattak be Rómában, i. e. 11-ben). A „földi állatok” után a IX. könyvben a „vízben élők” következnek — a csoportosítás tehát részben az őselemek mint élőhelyek szerint történik. A vizek közt a földieknel nagyobbakat is találunk, ennek oka pedig a „testükben levő folyadék túlzott bősége” (*Causa evidens humoris luxuria*, IX. könyv II. fejezet 2. §.). Számkra természetesen e könyvben a személyes megfigyelésekről tanúskodó fejezetek a legérdekesebbek. Említi pl., hogy a harcra előfordul a germániai *Moemus*ban (Majna) és a Dunában is, ahonnan csáklyával fogják ki.

A IX. könyvvel ellentétben, melynek forrásai közt túlnyomóan római

szerzők művei szerepelnek (18 latin 8 göröggel szemben), a X. könyv mintegy 60 forrásként megjelölt szerzőjének csak egyharmada római. Ez a különbség többek között azt is bizonyítja, hogy *Plinius* sokféle idegen nézetet, adatot fogott össze ebben a könyvben, s kevés egyénit adott. Ez is az oka annak, hogy az egyes állatfajokról adott közlései kevésbé plasztikusak, mint az előző könyvben. Viszont figyelemre méltó kísérletet tesz szerzőnk a ragadozó madarak és a jóslásra is használt szárnyasok közti rövid részben az *egész madárvilág rendszertani felosztására*: „A madarak írja — elsősorban lábuk szerint osztályozhatók: vagy hajlított körműek, vagy pedig ujjaik vannak, vagy úszólábúak — ezek nemzetségei (*genera*) a ludak és majdnem a összes vízimadarak.” Ez a hármas — *trichotómi-kus* felosztás nyilván arisztotelészi gyökerű. A rendszertani rész után a madarak élettanáról, főként szaporodásáról ír.

A szárnyasokról szólva szerzőnk a denevért is említi, jöllehet megjegyezi, hogy fiait tejjel táplálja. A tojásrakók közt szerepel a szalamandra és a kígyók. A könyv végén általános, több állatcsoportra vonatkozó élettani megfigyelés után az ember és különböző háziállatok álmáról esik szó.

Plinius állattana a XI. könyvvel zárul, amely két különböző részből áll: először a rovarokról ír, majd (123–284. §) a test részeivel foglalkozik. A kettőt csupán a közös forrás kapcsolhatja össze: ez *Arisztotelész*. *Plinius* azonban nem utánozza szolgai módon a *Stagiritát*, nem osztja annak nézetét, hogy a szív az *érzések központja*; a római tudós szerint ez az *agy*. (Vélekedését bizonyára a hellenisztikus anatómusoktól vette át, hiszen forrásai közt mintegy 20 görög, s ugyanannyi római szerepel.)

Plinius zoológiai munkásságának tanulságait összefoglalva hangsúlyozni szeretnénk, hogy a kompilatív jelleg dominál, de az egyéni megfigyelések sem hiányoznak. S ami különösen fontos, sok olyan, elterjedésre vonatkozó adatot is összegyűjtött, amelyek ma is értékesek. Ne felejtjük el pl., hogy az észak-afrikai állatvilágot *II. Iuba* mauretániai király és tudós azóta elveszett művéből mutatta be — a tudós uralkodónak nyilván minden idegennél biztosabb értesülései voltak a terület faunájáról. (*Iuba* a hellenisztikus kultúra terjesztője volt Észak-Afrika nyugati részén. *Augustus* idejében görög nyelvű munkát írt *Arábiáról*, *Asszíriáról*, *Libyáról*.)

Az összes ismert állat leírása után — írja *Plinius* — a földből származó lények s azok termékei (*terra edita aut inde eruta*) kerülnek bemutatásra. A növényekről szóló rész képezi az élővilág bemutatásának gerincét: 17 könyv foglalkozik velük, először magukkal az egyes növényfajokkal

(XII – XXII. könyv), majd a belőlük készült gyógyszerekkel (XXIII – XXVII. könyv). Meglepő, hogy először nem a hazai, hanem a külföldi fákról ír (XII – XIII. könyv), természetesen főként görög szerzők alapján (az utóbbiak majdnem kétharmadát teszik ki a forrásainak). Bár főként *Theophrasztos*ra épít, új adatokat is közöl egyes egzotikus növények terméseiről, a gyümölcs- és egyéb haszonnövénnyel való kereskedelemről. Ezeket az adatokat jórészt a Keleten járt római kereskedők közléseiből vette. Helyenként itt is fűszerezi adatait történelmi vonatkozásokkal, pl. azt mondja: úgy hírlík, boldog Arábiában egész éven át nem terem annyi tömjén, mint amennyit *Nero* elégetett neje, *Poppaea* temetése alkalmából (XLI fejezet 83. §).

Magától értetődő, hogy a honi gyümölcstermő fákról szóló könyv – amelyben különösen fontos szerep jut a szőlőművelésnek – már majdnem annyi római szerzőre (köztük *Scropha*, *Varro*, *Vergilius*) épül, mint ahány görög művet használ *Plinius*. A XV. könyvben folytatja a gyümölcs-termő fák ismertetését. Itt különös nyomatékot kapnak az olajfák, az almafák (30 fajtát sorol fel!), s Itália különböző jellegzetes fái: a szelídgesztenye, a myrtus – melynek 11 fajtáját említi –, továbbá a babér.

Szerzőnk legjobban a vadon termő fákat ismeri: a többségükben hazai szerzőkre épülő XVI. könyvben, 13 különféle fenyőfajról ír (VI. fejezet). A könyv második felében – a mai terminológiával élve – ökológiai, cönológiai fejtegetéseket olvashatunk, majd a fák egyes részei – levelek, törzs, ágak stb. – szerinti különbségekről esik szó. Itt sem hiányzanak a történeti vonatkozások. Megtudjuk pl., hogy *Augustus* császár utóda, *Tiberius*, a tűzvész által elpusztított egyik római híd újjáépítésére Raetiából, a mai Svájc-ból hozatott kivágott vörösfenyőket (*larices*). Arra is érdekes adatokat kapunk, hogy a rómaiak milyen gyorsan tudtak hajókat építeni a kivágott fenyőfákból: pl. az első pun háború idején a fák kivágása után 60 nappal *Duillius* tengernagy hatalmas hajókból álló flottája már tengerre tudott szállni (LXXIV. fejezet).

Nagyarányú kompilációt művel *Plinius* a termesztett fákról szóló XVII. könyvben, amelyben mintegy 20 római, s több mint kétszer annyi görög szerző munkáját használja fel. Ez a könyv egy három részből álló (XVII – XIX. könyv) morfológiai leírás első része. Első részében módszeresen tárgyalja a gyümölcstermesztés alapelveit, különös tekintettel az éghajlati, talajtani tényezőkre, a trágyázás módjaira (10 – 42. §). Az utóbbi azért érdemel külön figyelmet, mert kitűnő és részletes képet rajzol arról,

hogy a római biradalom különféle területein milyen szervesetlen anyagokat alkalmaznak a gyümölcsstermő föld termékenyebbé tételére. A könyv gerincét szőlőművelési tanácsok alkotják (141–215. §), végül a harmadik rész a gyümölcsfák különféle betegségeivel s azok orvoslásával foglalkozik (216–245. §), s a gyümölcsfák különféle külső és belső állati kártevőiről és gyógyításukról szóló kertészeti állattannal zárul a könyv (255–267. §).

A XVIII. könyv – amely közel 80 szerző (köztük alig 30 római) művére épül, az agrártudomány történetének rövid összefoglalása után a gabonaneműeket tárgyalja. Közben arra is módot talál, hogy általános mezőgazdasági tudnivalókat közöljön [pl. Mi a *iugerum*? Az a földterület, amit 1 nap alatt egy *iugum* (iga) alatt egy ökör felszánthat (III, 3 §)]. De azt is megtudjuk, hogy miként és hogyan lehet a gabonából ételeket készíteni, leírja pl. a *polenta* (puliszkaszerű étel) készítésének módját. Arról sem feledkezik meg, hogy milyen évszakban mit kell vetni és aratni, s könyve végén a termést befolyásoló éghajlati tényezőkről, természetesen a Nap, a Hold és a csillagok hatásáról is tájékoztat. A könyv befejezéseként a gabonatermeléssel kapcsolatos különféle állatokról esik szó.

„Van-e csodálatosabb annál a fűfélénél, amely Egyiptomot Itáliához hozza közel, olyannyira, hogy *Galerius* a szicíliai tengerszorostól Alexandriáig a hetedik napon ért el, *Balbius* pedig a hatodikon – mindketten praefectusok –, a múlt nyáron viszont a szenátori [rangú] praetorok közül való *Valerius Mariamus* nagyon gyenge széllal Puteoliból a kilencediken. . . .” Ilyen és hasonló adatokkal bizonyítja *Plinius* a lenvászonból készült vitorlák csodálatos hatását a XIX. könyv elején (XIX. 3. §). Szerzőnk botanikai munkái között talán a len természetét (*lini naturae*) tárgyaló könyv a legeredetibb.

A növényteni ismeretek között, az ókorban – mint erre már fentebb is utaltunk – különleges szerepük volt a gyógynövényeknek, hiszen ezek képezték a gyógyszerek – a *materia medicina* – legfontosabb részét. Szerzőnk is nyolc könyvet szentel nekik, több mint félezer gyógynövényt s a belőlük készült orvosságok indikációit is ismerteti (XX–XXVII. könyv). A latin nyelvű irodalomban ő ír elsőként az ópiumról, amely *meconium* néven is szerepel. Gyógynövényteni munkájához főként két római, de görögül író szerző nyújtott sok adatot, *Sextius Niger* és *Iulius Bassus* – mind a kettőnek a művei megsemmisültek.

Tudománytörténeti szempontból különös figyelmet érdemel a XXV. könyv első hét fejezete, amely a gyógyszerek feltalálóiáról szól. Itt esik szó

első ízben a *botanikai illusztráció* problémájáról. *Plinius* említi, hogy „*Crateuas, Dionysius, Metrodorus* lefestették a növényeket, hogy a hatásukat ezáltal is jobban érzékeltethessék”. Ám — mondja szerzőnk — a festészet csalékony (*fallax*) a természet utánzásában, a művészi átírás által a természet igazi valósága degenerálódik, különben sem tudja a művész egy képben a növények évszakonkénti változását helyesen visszaadni (XXV. 4. §).

Plinius enciklopédiájának a *materia medicara* vonatkozó második része az állati eredetű gyógyszereket tárgyalja (XXVIII — XXXII. könyv). Fejtegetései többségükben itt is görög szerzőkre épülnek, akárcsak az állattani részben; a hazaiak közül főként *Varro, Cato, Celsus* és *Sextius Niger* neve szerepel a jegyzékekben.

A XXVIII — XXIX. könyvben a gyógyszereket aszerint csoportosítja, hogy mely állatból nyerhetjük őket; a sort az emberrel kezdi. Megtudjuk, hogy vannak, akik a gladiátorok véréből isszák a „*comitiales morbi*” ellen, de olyanok is előfordulnak, akik a csontvelőt vagy éppen a gyermeki agyvelőt tartják gyógyszernek. Szerzőnk hangsúlyozza, hogy az emberi testből készült gyógyszerek hatása bizonytalan.

Az emberi testből készült gyógyszerek után a különböző egzotikus négy-lábúak következnek. Megtudjuk pl. hogy a víziló hájából a hideglelés ellen, heréiből a kígyómarás ellen lehet orvosságot készíteni. Az egzotikus állatok után a hazaiakból készült orvosságok következnek, különösen a kígyómarás ellen ajánl sokféle állati eredetű szert, többek közt a kecskeszarvból égetett hamut. A könyv második felében (XLIV — LXXX. fejezet) a fejtől az alsótestig az egyes tagok betegségei ellen alkalmazható állati gyógyszereket sorolja fel.

A XXIX. könyv az orvostudomány történetének összefoglalásával kezdődik (lásd: XIII. fejezet), majd a kisebb állatok, köztük eger, menyét, poszta, kígyók, szárnyasok, rovarok stb. testéből nyerhető gyógyszerekről olvashatunk. Végül a fej és részeinek betegségeire alkalmazható orvosságokról ír.

A XX. könyvet a varázslatok története vezeti be, majd különböző bőrbajokról s belső betegségekről, elme- és idegbetegségekről, illetve gyógyszereikről esik szó. A XLVII. fejezetben a gyermekbetegségekről és gyógyszereikről olvashatunk, majd a nemi élettel kapcsolatos orvosságok és a részegség stb. következnek.

Az állati eredetű gyógyszerek tárgyalását a *Medicinae ex aquatilibus* két könyve zárja (XXX — XXXI. könyv).

Az első – a XXXI. – könyv bevezető részei a „hidroszféra” alapvető tulajdonságait jellemzik, fontos útmutatásokat adnak többek között az ókorban ismert különféle gyógyvizek terápiás hatásairól. Ezt az alapvetés követi, jórészt már a következő könyvében, a XXXII-ben olvasható különböző vízi állatok testéből készült gyógyszerek ismertetése. Tudománytörténeti szempontból igen fontosak a XXXII. könyv utolsó fejezetei (LIII – LV.), amelyekben a szerző az összes, általa ismert vízben élő állat nevét megadja, közel kétszázat sorolva fel.

A mű utolsó három könyve, amely művészeti vonatkozásai miatt lett világhírű, az orvos, illetve gyógyszerésztörténész számára sem érdektelen: a különböző fémekről, ásványi nyersanyagokról s azok felhasználásáról írva ugyanis *Plinius* az orvosi, illetve farmakológiai vonatkozásokról sem feledkezik meg.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy *Plinius* enciklopédiája a természet három országáról a legteljesebb képet nyújtja, amire egyáltalán a római világ, a latin műveltség képes volt. Igazi római lévén, az elméleti problémák kevésbé érdekelték, mint pl. *Arisztotelész*t vagy *Theophrasztoszt*. Kétségtelen szerzőnk óriási olvasottsága. Neki köszönhető többek között az, hogy olyan, egyébként alig ismert római kori természettudományi művekről, mint *Macer*, *Nigidus Figulus*, *Hyginus* (akit ugyan *Columella* is idéz) vagy a myndoszi *Alexandrosz* állattani könyveiről némi fogalmunk lehet.

Bizonyos, hogy hatalmas ismeretanyagát nem mindig tudta kellően megemészteni, de ha helyénvalónak érezte, a kritikával sem fukarkodott: megbírált *Vergiliust*, rámutatott a botanikai illusztrációk gyenge oldalaira, kritizálta a görög orvostudományt stb. Azonkívül az élővilágot bemutatva mindig szem előtt tartotta, hogy annak ismerete rengeteg gyakorlati haszonnal jár (ezért tér ki folyton az agrár-, és orvostudományi vonatkozásokra), de egyben világképet is akart adni, az élő természet olyan szemléletét, amely a kutató és gondolkodó elmét valódi alázatra, saját korlátainak helyes felismerésére neveli.

3. Solinus, az epigon

A középkori tudósításokban s térképeken nyüzsgő különböző egzotikus szörnyalakok főként *Plinius* egy kompilátora, (a hanyatló ókor idején, valószínűleg a 3. század második felében élt) *Caius Iulius Solinus*

Emlékezetes dolgok gyűjteménye (Collectanea rerum memorabilium) című munkája révén terjedtek el. A szerző tagadhatatlan érdeme ugyan, hogy világföldrajzát (a fogalom ókori értelmében!) biogeográfiával egyesítvén, az egyes távoli földrészek, mint Libya, Aethiopia vagy India földjét bemutatva az élővilágról sem feledkezett meg. Ám adatai távolról sem eredetiek, sőt idézetei sem megbízhatók. Alapvetően *Plinius* művét használja fel, ám őrá soha nem hivatkozik, akiket név szerint említ — mint *Ktésziász*, *Megaszthenész* vagy *Iuba* —, azokat valószínűleg csupán *Plinius*on keresztül ismeri. A legtöbb Itálián kívüli állat pliniusi bemutatásban olvasható a szóban forgó műben, ám *Solinus* néha önkényesen változtat a pliniusi szövegen, helyesebben „átcsoportosítja” nagy elődje mondanivalóit. *Plinius* pl. csodálkozással említi, hogy *Domitius Ahenobarbus curulis aedilis* 100 numidiai medvét mutatott be a római arénában, hiszen — mondja *Plinius* — ez az állat nem él Afrikában (*Nat. Hist.* VIII. 131). *Solinus* viszont hosszan jellemzi a numidiai medve természetét, leírja érzékiségét, s azt is, hogy ember módjára szeretkezik (*Coll. rer. mem.* 26, 3 — 10). Honnan tudja mindezt *Solinus*? Talán valóban tanulmányozta az észak-afrikai medve (*Ursus arctos crowtheri*) életmódját? Szó sincs róla! Egyszerűen átveszi azt, amit *Plinius* (meg mások, pl. a szíriai *Oppianos*) általában a medve „szerelmi életéről” állít.

Solinus még más módon is átalakítja, eltorzítja *Plinius* szövegét. *Plinius* pl. leírja, hogy Baktriában és Arábiában élnek tevék. A két faj abban különbözik, hogy az első kétpúpú, az utóbbinak csak egy púpja van. *Solinus* ezt éppen fordítva írja — szerinte az arábiai teve a kétpúpú (*Coll. rer. mem.* 49,9), ami arra utal, hogy szerzőnk sohase látott arábiai tevét. Több példa van arra is, hogy szerzőnk az egyes állatok előfordulási helyét másolta ki tévesen, illetve helytelen összefüggésbe illesztette. Beszél pl. *Plinius* az *eale* nevű hatalmas aethiopiai állatról (VIII. 73), ez valószínűleg a varacskos disznó, melyet *Kretschmer Aelianusról* nevezett el, mert ő is ír a „négyzarvú” aethiopiai disznóról (*Peri zóón id.* XVII. 10), amelyet különben már *Nero* idején is ismertek Aethiopiát járt rómaiak, s *Calpurnius* is megénekelte (VII. eklogájában). Nos, *Solinus* szó szerint átveszi mesterének leírását, csak éppen az *ealét*, meg a *leucrocottát* (ez valószínűleg az ún. abesszíniai földi malac) *Pliniustól* eltérően az indiai (!) állatokról szóló részbe illeszti bele.

Mindazonáltal *Solinus* az egyetlen olyan római író, aki egy adott terület élővilágát valóban együtt tárgyalta, hiszen az embereken, állatokon kívül az egzotikus területek flórájáról sem feledkezett meg: mintegy

25 különféle keleti növényt sorol fel, főként Indiából, de a médiai olajfáról vagy a Kanári-szigeteken termő fenyőről sem feledkezik meg (Indiáról szólva a terület drágaköveit is felsorolja). *Servius* — aki a 4. század végén írt kommentárokat *Vergilius Georgicájához* — éppoly elismeréssel szól róla, mint a késő antik kor nagy polihisztor teológusa, *Hieronimus*.

4. Pollux Onomasztikónjának állattani vonatkozásai

A szó és az általa megnevezett dolog viszonyának elvi alapjait már a démokritoszi *Onomasztikón* (*Nevezéktan*) is megvilágította, ám ennek a műfajnak mint irodalmi közlési formának rendszerét valójában a platóni Akadémia és a szofisták teremtették meg oly módon, hogy a világot egyes fogalmak szerint csoportosítva mutatták be; ilyenek: ég—istennek — föld—ember — az emberi teljesítmények (*techné*) — állatok — növények. Sajnos ezek a korai kísérletek mind-mind elvesztek, sőt az i. e. 1. század nagy vállalkozása, *Pamphiliosz* közel 100 kötetből álló műve, amely az ismeretek — akárcsak a későbbi nagy enciklopédiákban — nem *alfabetikusan*, hanem *témák szerint* csoportosítva tárgyalta, szintén megsemmisült.

A szóban forgó műfajnak római kori képviselője *Polydeukész* — latin nevén *Pollux* —, aki a 2. század első felében Egyiptomban, a Nílus deltája melletti Naukratészban született (Naukratész az első központja volt Egyiptomban a görög műveltségnek, alapítása évszázadokkal előzte meg a későbbi nagy kultúrközpontét, Alexandriáét). *Iulius Pollux* tanulmányait Athénban végezte. Az athéni kultúráért rajongó római császár, *Hadrianus* (117—138) itt tanszéket szervezett a görög — pontosabban az attikai — ékesszólás számára; ezt a szellemi központot a nagy filozófus-császár *Marcus Aurelius* (161—180) is bőkezűen támogatta. *Pollux* 178-ban lett ennek a tanszéknek tanára, főművének, az *Onomasztikon*nak — mely 10 részből áll — számos természettudományos vonatkozása is van. Mindjárt az I. könyvben érdekes adatokat talál különösen a hippológia történetének kutatója: a 11. fejezet (181—220.) teljes egészében a lovakról szól. Klasszikus szakértők — mint *Xenophón* és *Szimón* — nyomán a ló testi tulajdonságairól, betegségeiről, hasznosságáról sok mindent megtudunk, végül pedig a szerző, lévén pontos nyelvész, a lovakra vonat-

kozó különböző görög elnevezéseket is közli. A következő fejezet (a 12.) mezőgazdasági vonatkozású, itt többek között a fák és a zöldségfélék görög elnevezéseit sorolja fel *Pollux*, majd a kenyér és a bor fajtáiról tájékoztat. Az I. könyv rövid méhészeti tájékoztatással zárul.

A II. könyv az emberről szól, főként az epheszosi orvosnak *Ruphosz*-nak (*Rufus*) az emberi tagok, testrészek elnevezéseiről írott műve (*Peri onomasias tón tou anthrópou moriôn*) alapján. Fő témája az emberi test részei, de bevezetésében röviden a különböző életkori sajátosságokat is jellemzi.

Pollux enciklopédiájának élettudományi szempontból legértékesebb része az V. könyv, melyet főként azért írt, hogy *Marcus Aurelius* fiát, *Commodust* – akinek mint trónörökösnek, *caesarnak*, a művét ajánlja – a vadászat alapfogalmaival megismertesse. Az 52 fejezetből álló könyv, amely főként *Xenophón Kynégétikájára* támaszkodik* gazdag tartalmú: megtaláljuk benne természetesen a vadászható állatok felsorolását, mai fogalom szerint „habitat”-juk (lelőhelyük) ismertetését. Különösen érdekes a különböző kutyafajták többé-kevésbé mitologikus történetéről szóló aránylag terjedelmes rész (V. 5. 39–49.), melyet költői idézetekkel tarkít. A vadászkutyák trenírozásáról sem feledkezik meg tudósunk, szól felnevelésükről, betegségeikről, arról, hogy mikor válik a kutya vadászatra alkalmassá, melyek az erényei és a rossz tulajdonságai, testi és lelki szempontból egyaránt. A vadak közül különösen a szarvassal és a vaddisznóval foglalkozik. Az V. könyv 13. fejezetében az állatok hangjáról olvashatunk, külön szól a madarak hangjáról.

5. Vita az állatokról a szofisták lakomáján (Athénaiosz)

Ugyancsak a Nílus deltája melletti, görög alapítású kolónia szülötte *Athénaiosz*, aki a 2. század végén, illetve a 3. század elején működött: *Lakomázó szofisták (Deipnoszophisztai)* című munkája számos természetrajzi vonatkozást tartalmaz. Az eredetileg 30 könyvből álló mű – amelyet később 15-re rövidített (számunkra is ebben a formában maradt fenn) – kerete egy elképzelt lakoma. Huszonkilenc tudós – köztük orvosok és más természetvizsgálók – vitatkozik az étkezéssel kapcsolatos külön-

* Lásd bővebben X /B/1-ben.

bőző kérdésekről, morális problémákról (még *Galénosz* szájába is ad, ha nem is hiteles, fejtegetéseket). A téma módot ad a szerzőnek arra, hogy az étkezés élettani kérdéseivel is foglalkozzon, kifejtse pl. a bor és a víz hatását, sőt a különböző növényi és állati táplálékok „kultúrtörténetét” is előadja.

Athénaiosz rendkívül művelt egyéniség, aki számtalan — azóta jó-részt megsemmisült — természetrajzi és orvosi vonatkozású munkából idéz: a szerző a hasonló természetű kompilációk közül kiemelkedik azzal, hogy tudománytörténeti szempontból nagyon dicsérendő eljárást alkalmaz: nemcsak a művek íróira, de azok címére, sőt néha az idézett mű könyveinek számára is hivatkozik.

Az I. könyv elején pontosan megjelöli, hogy témája egy gazdag római polgár, *Laurentius* által adott ebéd. *Athénaiosz* elmondja, hogy a munkában szó lesz a halakról és felhasználásukról, elnevezésük eredetéről, „mindenféle zöldségműről és mindenfajta állatról” („*lachanon gené pantoia kai zóon pantodapón*”) és még sok minden egyébről, amely már nem tartozik vizsgálatunk körébe.

A munka botanikatörténeti vonatkozásait illetően különös figyelmet érdemel, hogy a II. könyvbe (59 d—f) — midőn különböző gyümölcsökről s étvágygerjesztő, inycsiklandó zöldségművekről esik szó — illeszti be a már fentebb említett, tudománytörténetileg oly értékes *Epikratész*-szöveget.

Athénaiosz szóban forgó műve nagyon fontos segítség *Arisztotelész* elveszett rendszertani munkájának a *Zóikának* a rekonstrukciójához: különösen a *Zóika* halakról szóló részét (*Peri ichthyón*) idézi gyakran. Ám szerzőnk éles szemű kritikával a nagy sztageirai tudós állattani művének gyenge pontjait is felfedezi: a VIII. könyvben (352 d—354 d) éles hangú polémia olvasható, melyben — szinte kivétel nélkül helyesen — rámutat a nagy tekintélyű tudós tévedéseire.

Mindenekelőtt helyteleníti szerzőnk *Arisztotelész*nek azt az állítását, hogy a *kérykesz* — egy tengeri csigafaj egyedei — és a többi *osztrako-derma* — nemzés nélkül szaporodik (az ókorban a csigák kétivarúságáról nem tudtak). Szerzőnk szerint különösen kétségesek *Arisztotelész* adatai az egyes állatok maximális életkoráról: *Athénaiosz* többek közt megemlíti, hogy *Arisztotelész* szerint a bíborcsiga 6, a mén 35, a kanca 40 évig él, sőt olyanról is tudni vél, amelyik a 75. (!) évét is betöltötte, s olyan legyet is látott, amelyik 6 vagy 7 éves volt. Hol látta *Arisztotelész*, hogy a szarvas agancsából borostyán nőtt? Helyteleníti azt a nézetét, hogy az

emberek szemének színéből, tekintetéből szellemi képességeikre, jellemükre is következtetni lehet. Nem fogadja el az arisztotelészi rendszertannak azt az alaptételét sem, hogy az összes vérrel bíró állat (*enaima*) láb nélküli, két- vagy négylábú, viszont amelyeknek négynél több lábuk van, azok „vértelenek” (*anaima*).

Arisztotelész legkiválóbb tanítványának Theophrasztoznak több elveszett zoológiai művéből idéz Athénaios. Ezek a munkák főként azért voltak jelentősek, mert az állatokat, ahogy ma mondanánk, a „habitat”, vagyis a lelőhely szerint osztályozták.

A halakról szólva a római kori görög természetvizsgálók közül az i. e. 1. századi Dórión munkáját idézi (*Peri ichthyón*), aki nemcsak zoológiai, hanem gasztronómiai szempontból is vizsgálta a halakat, de mint kiderül, ő sem volt mentes a tévedésektől.

Athénaios is szorgalmasan kivonatolta az i. e. 1. században élt myndoszi Alexandrosz állattani műveit, különösen munkájának abban a részében (IX. 387 f–399 a), amelyikben az étékül szolgáló mintegy húsz madár jellemző tulajdonságairól, kultúrtörténeti érdekességeiről ír.

6. Az utolsó antik állatkatalógus (Polemius Silvius)

A Severus-kori fellendülés után, a 3. század második felétől hanyatlásnak indul az élővilágra vonatkozó antik természettudomány. A megfigyelés, a korábbi szerzők helyes eredményeinek átvétele helyett a spekulatív, sőt misztikus szemlélet kezd úrrá lenni az élővilág szemléletében. Könyvünk zárófejezetében erről még szó lesz.

A római császárkori latin tudomány épületére Polemius Silvius rakta föl az utolsó „téglatát” 449-ben megjelent, szójegyzékszerű enciklopédikus munkájával (címe, *Laterculus* ugyanis szó szerint téglát jelent). A műből két témakörnek van zoológiatörténeti érdekessége. Az egyik főcíme: *Nomina cunctarum (!) spirancium atque quadrupedum* – vagyis az összes lélegző és négylábú lényekről szól, sajátos „rendszertani” sorrendben, kezdve az elefánttal, le egészen az *engistrus* nevű gerinctelenig. Ezután a madarak következnek, mintegy 130 faj (a sort a „finix”, a főnixmadár nyitja!). Majd néhány olyan állat nevét örökíti meg szerzőnk, melyek „önmagukat nem mozgatják” – ilyenek pl. a különböző kagylók. 26 kígyófajjal folytatja az állatkatalógust, majd különböző ízeltlábú állatok következnek, mintegy 60 faj – köztük a szalamandra (!).

Az utolsó népes csoport közel 150 fajt ölel fel, a sort az összes élőlények legnagyobbika, a *balena* nyitja meg, azután a különféle vízi lények jönnek, külön felsorolva az általa halak közé besorolt vízi állatokat (köztük természetesen a delfin és különféle lábasfejűek, mint a polip és rokonai is szerepelnek). A névjegyzéket a különböző állatok hangjáról szóló rövid összefoglalás egészíti ki.

Kétségtelen: az *Imperium Romanum* bukását mintegy negyedszázaddal megelőző jegyzék a legteljesebb állatkatalógus a római korból (sajnos nem minden állat azonosítható). Ám minden gazdagsága ellenére is, sajátos rendszere, az állatok csoportosításának, rokonításának módja döbbenetes bizonyítéka a komoly összehasonlításon alapuló arisztotelé-szi-theophrasztoszi antik zooszisztematika teljes szétesésének.

X. AZ ÉLŐ TERMÉSZET KUTATÁSÁNAK TERÜLETEI A HELLENISZTIKUS ÉS A RÓMAI VILÁGBAN

A praktikus szemlélet uralomra jutása

Az élővilág megismerésében, vizsgálatában a hellenizmus folyamán egyre inkább a gyakorlati szempontok lépnek előtérbe. *Theophrasztosz* és *Sztratón* után talán egyedül *Poszeidóniosz* az, aki a bioszférával kapcsolatban még az elméleti kérdések iránt is komolyan érdeklődik. Egyre kevésbé találkozunk olyan tudósokkal, akik a botanika vagy a zoológia általános kérdéseit is elmélyülten vizsgálnák. Ami az emberre mint biológiai lényre vonatkozó kutatásokat illeti, kétségtelen, hogy ezen a területen a hellenizmus még tud új szemléletet nyújtani, ámbár meglepő, hogy *Hérodotosz*, *Hippokratész* és *Arisztotelész* kutatásai után — talán *Poszeidónioszt* leszámítva — a hellenisztikus és a római világban nem találunk olyan tudóst, akit az emberek testi különbségei, illetve azok okai valóban érdekelnének, jöllehet a hellenisztikus és a római művészetben kitűnő ábrázolásait találjuk a különféle emberfajtáknak, pl. a negroid rasszokhoz tartozóknak. Természetesen „rasszkérdésről” az ókorban nem lehet szó, az antik ember számára a „szabad” és a „rabszolga” voltak a fő kategóriái az emberek közti különbségtevésnek.

A hellenisztikus időkben, főként pedig a római császárkorban az élővilággal foglalkozó tudományok egyre inkább differenciálódnak, azonban a különböző szakágak kialakulásában elsősorban a gazdasági-társadalmi fejlődés által meghatározott *gyakorlati szempontok válnak uralkodóvá*. Ennek köszönhető pl., hogy a római korban igen nagy szerephez jutnak az *agriculturával* kapcsolatos tudományok, a növény- és állattenyésztés, a késői korban hadászati okokból egyre intenzívebbé váló lótenyésztés, amiből kifejlődik az állatorvos-tudomány, illetve annak keretén belül a *hippiatrika*, illetve a *mulomedicina*. Ezek a tudományok korábban főként az agrártudományhoz kapcsolódtak.

Olyan önálló zoológiai és botanikai kutatásról, mint *Arisztotelész* és *Theophrasztosz* idején, később tehát aligha beszélhetünk: a zoológia

részben a vadászati állattan, részben az agrártudomány, részben pedig az orvostudomány hatáskörébe kerül át. Az orvostudományban az állati eredetű gyógyszerek és mérgek (*thériaka*) kutatása válik jelentőssé. Olyan szintetikus tudósoknál is, mint *Plinius*, már megfigyelhető ez a differenciálódás, ő — mint mondtuk — az egységes zoológiai és botanikai vizsgálat után külön foglalkozik az állatok és a növények gyógyszer-tani szerepével. Bár, mint látni fogjuk, a kései hellenizmus és főként a római császárkor idején is újabb állat- és növényfajokkal találkozott a klasszikus világ, a különböző hadjáratoknak, expedícióknak, utazásoknak köszönhetően megismerésük az elméleti kutatásokat — az életföldrajzot leszámítva — nem bővítette új szempontokkal. Olyannyira nem, hogy a császárkorban a római amfiteátrumokba került, ott elpusztult különféle egzotikus állatok anatómiai tanulmányozásáról úgyszólván semmi adatunk sincs! Kétségtelen viszont, hogy a római korban az ember anatómiájában bizonyos előrehaladást tettek — főként a görög orvosoknak köszönhetően —, s a császárkor folyamán ez is elősegítette az orvostudomány viszonylag nagymérvű specializálódását.

A jelzett időszakban az egyes szakágakban elért legfőbb eredmények összefoglaló bemutatása előtt ejtsünk néhány szót a praktikus jellegű ismereteket átfogó területek egymáshoz való viszonyáról, társadalom- és tudománytörténeti szerepéről. A legátfogóbb s egyben a legtöbb elméleti kérdést is az *orvostudomány* veti föl, annak ellenére, hogy a hellenisztikus-római időkben ennek a tudománynak fejlődik ki a legtöbb speciális ága. E rész tudományok elméleti, biológiai alapjainak elvi kimunkálása nem mindig halad együtt a praktikus igények viszonylag gyors fejlődésével. Minthogy az orvostudomány legfontosabb feladata mindig is az ember sokoldalú biológiai védelme volt, érthető, hogy az élő természetre vonatkozó ókori kutatások — így a zoológia és a botanika — jelentős része ide tartozik. Az orvosi ismeretek fejlődését az antik tudomány egészébe illesztve mutatjuk be. E szakterület egyes fontos, de speciális kérdéseinek, elsősorban a gyógyítás módjainak vizsgálata már egy kimondottan orvostörténeti munka feladata. Az alábbi fejtegetésekben, egyes elméleti kérdéseken kívül, az ókori orvostudomány eredményei közül sokkal inkább az alapok, az anatómia és a fiziológia, mint a terápia fejlődése után kutatunk.

Figyelemre méltó, hogy a vadászat és még inkább a mezőgazdaság társadalmi jelentősége s mindennapos szerepe miatt a szakirodalomban is egyre nagyobb szerephez jut, különösképp a római császárkorban.

Sőt költői alkotások is csatlakoznak a kimondottan szakirányú munkákhoz, didaktikus célzattal. Nem is vonhatunk merev határt e témakörbe tartozó szakkönyvek és a költői alkotások közé; annál kevésbé tehetjük ezt, mert a vadászat vagy a halászat örömeiről, izgalmairól szóló költemények számos jelentős zoológiai, főként etológiai jellegű megfigyelést tartalmaznak, pl. *Vergilius Georgicája* sem idegen a szaktudományos jellegű agrárirodalomtól. A témakörhöz kapcsolódó költői műveket vizsgálva ezúttal azonban nyilván csak az élő természetre vonatkozó ismeretközlések jöhetnek szóba, e művek esztétikai értékeire nem térhetünk ki. A könyv e részében tehát az összefoglaló problémavizsgálat helyett látszólag túlságosan is a részleteredmények felé tolódik a hangsúly. A fentiek alapján ez érthető, annál is inkább, mert — mint láttuk — már a hellenisztikus világban egyre fontosabbá válik az élő természet kutatásában az *egész* mellett, majd helyette a *rész*. A római tudományban azután ez a felfogás úgyszólván teljesen uralkodóvá válik. A római kor az élővilág elvi, bölcséleti problémájával kapcsolatban semmi újat nem hozott, ennek az időszaknak igazi jelentősége az, hogy az élővilág tudománya részletismeretekkel gazdagodott. Nyilván részben ez az oka annak, hogy a korábbi kutatás a római természettudománynak ezt az ágát — mint a római természetvizsgálatot általában — a göröghöz képest erősen háttérbe szorította, e kor ismeretvilágában csupán apró részizgazságokat vélt felfedezni. Ez magyarázza azt a látszólagos aránytalanságot is, hogy könyvünkben a római kor élő természetre vonatkozó közlései szinte nagyobb teret kapnak, mint a klasszikus görög világ elméleti szempontból magasabb rendű tudománya. Az aránytalanság egyik oka, hogy a részleteredmények bemutatása több példát igényel, mint a nagy elméleti összefoglalások, másfelől az olvasó a görög tudományban — a rendelkezésére álló külföldi és hazai szakirodalom gazdagsága folytán — összehasonlíthatatlanul könnyebben tájékozódhat, mint a rómaiban. Más szóval a római világnak az élő természettel kapcsolatos legfontosabb új megfigyeléseit korábbi jó összefoglalások hiányában — a lehetőségekhez képest — ennek a műnek kell bemutatnia, helyet adva az eredeti szövegekből kiemelt terjedelmesebb szemelvényeknek is.

A) Az élő természet földrajza

1. Új élőhelyek kutatása

Alexandrosz keleti hadjárata — mint erről *Arisztotelész* zoológiai és *Theophrasztosz* botanikai eredményei kapcsán már szó esett — a klasszikus világ bioszféraképét is kiszélesítette. A nagy világhódító utódai közül elsősorban a *Ptolemaioszok* törekedtek arra, hogy hódító tevékenységüket összekapcsolják az élővilág eddig ismeretlen lényeinek felkutatásával, megismerésével. Bizonyára nem véletlen, hogy ennek az egyiptomi görög dinasztiának az első uralkodója, mint említettük, fia nevelésére többek közt természettudományokkal foglalkozó tudóst is hívott udvarába, *Theophrasztosz* legkiválóbb tanítványának és utódának, *Sztratónnak* személyében. II. *Ptolemaioszt* különösen érdekelték a különféle egzotikus állatok. Bizonyos, hogy az uralkodó elsősorban azért küldte vezérét, *Szatyroszt* Egyiptomtól délre, a mai Szudán és Szomália vidékére, hogy katonai célokra szelídíthető elefántokat szerezzen, nem pusztán zoológiai érdeklődésből. Egy másik expedíciója azonban már semmi esetre sem lehetett praktikus célú, embereinek hatalmas kígyókat kellett befogniuk és Alexandriába szállítaniuk. Hogy milyen nagy és színes állatseregletet gyűjtött össze Alexandriában ez az uralkodó, jól példázza a rhodoszi *Kallixenosznak* a Ptolemaia-ünnepségen felvonuló állatokról szóló leírása. A pompás felvonuláson többek között 24, elefántok által vont kocsi vonult föl, 7 darab oryx-antilopok, 15 darab *boubaloszok* (tehénantilop?), 8 darab struccok által vont kocsi követte, majd *onelaphroszok*, vadszamarak vontatta szekerek következtek. A felvonulásban különböző párdücfajok, hiúzok, egy nagy fehér medve (!) egy zsiráf, sőt egy aithiopiai rinocérosz is részt vett, nem beszélve különféle kisebb szárnyasokról (gyöngytyúk stb.). Az idegen területek, az *oikoumené* határain élő népek és állatok iránti érdeklődés tovább fokozódott a római kor idején. Alább közöljük *Julius Caesar* beszámolóját a hercyniai erdő állatairól. A *Caesar* és *Pompeius* közti háború afrikai (libyai) szakaszáról szólva *Marcus Annaeus Lucanus* (i. e. 39 — i. sz. 65) a *Pharsalia* című költeményében (V. 700 — részletes beszámolót közöl azokról a veszedelmes mérges kígyókról, amelyek a sivatagban harcoló római sereget megtámadták.

Egyiptom római elfoglalásától kezdve egyre több jellegzetes afrikai állat kerül Rómába, mint erről írott forrásaink is — elsőként *Sztribón,*

majd *Plinius* — beszámolnak. Ismeretes, hogy *Nero* is expedíciót indított Afrika belsejébe. Vitatott, hogy a híres praenestei mozaik, amelyen több jellegzetes Nílus-vidéki állat képe látható görög feliratokkal, vajon *Sulla* idejében készült-e, vagy pedig *Hadrianus* korában, akinek tivolibeli villájában krokodilusszobor is maradt fenn. Messze vezetne mindazon tudósítások, ábrázolások ismertetése, amelyek arról számolnak be, hogy a 3—4. századi uralkodók idején milyen egzotikus állatokat szerepeltettek a római amfiteátrumban. Különösen sok boreális és tropikus állat lehetett a *Philippus Arabs* császár idején, 249-ben Rómában rendezett ünnepségeken, amelyek az ezeréves várost dicsőítették. Miként fogták el s szállították Rómába a különböző afrikai állatokat? Ezt kitűnően érzékeltetik a szicíliai Piazza Armerina 4. századi mozaikjai, továbbá a karthágói dermech-i pályaudvar közelében nemrég talált hatalmas mozaik, amelyen többek között az afrikai elefánt és az óriáskígyó küzdelme is látható.

2. Összehasonlító állatföldrajz

A földrajzi környezet, a klimatikus viszonyok és az élővilág kapcsolatát — mint láttuk — már a *Hippokratész* körében íródott *A levegőről, a vizekről és a földről* szóló munka is meglepően „modern” szemlélettel vizsgálta. A zoogeográfiában már *Hérodotosz* jelentős eredményekre jutott. Az állatok elterjedésével kapcsolatosan különösen figyelemre méltó *Arisztotelész* közlése a *Historia animalium* VIII. 28. §-ában (606 a 18—20), továbbá az a nézete, miszerint az *oikoumené* két széle — *Héraklész* oszlopai, illetve India tájékai (azaz Afrika nyugati és Ázsia keleti partja) — között nem lehet túl nagy távolság, mert mind a két területen előfordulnak az elefántok (*De coelo* II 14. 298a 13. sq.).

Szó esett fentebb arról, hogy a római világba beépülő hellén tudomány kimagasló alakja, *Poszeidóniosz* szerint a *térítő*k által két részre osztott öv földrajzi, klimatikus adottságai miként befolyásolják az ottani állatok alakjának sajátosságait. *Poszeidóniosz* az egész kozmoszt eleven organizmusként fogta fel, s ez nagy jelentőségű a biogeográfia haladása szempontjából. *Poszeidóniosz*nak erről a nagy kozmikus harmóniáról szóló tanításai az élővilág ókori kutatásának különböző területein érvényesültek: egyrészt az állatföldrajz, másrészt pedig a fizikai, biológiai és lélektani tényezők összefüggésének kutatásában, a lélektan területén is kimutathatók.

Sajátos fogalmazásban szerepelnek ezek a nézetek a görög földnek és élővilágának leírását adó *Pauszaniasz* felfogásában is, aki művét — *Periégeszisz tész Helladosz* címmel — i. sz. 180 táján írta.

Szerzőnket nemcsak különböző állatok érdekelték, hanem az *állatvilág megismerésének elméleti kérdései*, a különböző fajok elterjedése is izgatta. „Úgy vélem — írja —, ha valaki bejárná vagy Libya, vagy az indusok, avagy az arabok földjének legvégét is, azzal a szándékkal, hogy ugyanazokat az állatfajokat megtalálja, mint a helléneknél, — akkor ezek egy részét egyáltalán nem találná meg, más részük pedig nem ugyanolyannak tűnnék neki. Ugyanis nemcsak az ember olyan, hogy eltérő légköri és földi viszonyok közt másféle külsőt ölt fel, hanem a többi élőlény is ugyanilyen hatásnak van kitéve, miként pl. a szörnyeteg kígyók is Libyában eltérő színűek az egyiptomiaktól, másrészt pedig Aithiopiában a föld nem kevésbé fekete áspiskígyókat táplál, mint amilyen embereket is. Ezért senkinek sem szabad sem elhamarkodottan hiszékenynek lennie, sem hitetlennek a ritka jelenségeket illetően, aminthogy én magam is — bár nem láttam szárnyas kígyókat — elhiszem létezésüket, minthogy egy frigiai ember Ioniába olyan skorpiót hozott, amelynek a sáskáéhoz egészen hasonló szárnyai voltak.” (IX, 21. *Hahn István* fordítása.)

3. Fauna borealis

Az *oikoumené* északi szélein élő emberek, állatok, növények iránti érdeklődés, mint erről szó esett, már a klasszikus világban is igen élénk volt. A *Rhenus*- és a *Maeotis*-tó közti hatalmas pusztaság, ahol a hideg szél, a *boreas* kegyetlen körülményeket teremt az élet számára, már a legkorábbi tudósok, *Hekataiosz*, *Hérodotosz*, *Hippokratész* műveiben is figyelemre méltó módon szerepelt: vizsgálták a hideg hatását az alakra (*eidosz*, *morphé*), az alkatra (*physzisz*). Figyelték a sápadtabb bőrszínre, írtak a szkíták és más népek feltűnően görbe lábairól, jóllehet olyan tökéletes testi, embertani jellemzést nem nyújtanak, mint amilyen pontosan ábrázolják a dél-oroszországi greko-szkíta emlékek ezeknek a népeknek a jellegzetes, ún. kelet-balti embertípusát.

Ami az állatvilágot illeti, már említettük, hogy a hippokratészi *Peri tón aérón*, *hydátón*, *topón* is rámutat arra, hogy a hideg miatt e területen viszonylag kevesebb állatfaj él, mint délen; a római korban *Plinius*

(VIII 38) is kifejtí ezt a nézetet. A rómaiak egyébként a galliai-germániai hadjáratok kapcsán ismerkednek meg ennek a világnak nyugati részével, s különösen érdekes, hogy az i. e. 1. században *Julius Caesar* a gall háborúkról írott művében milyen új adatokkal gyarapítja a Rhenustól (a Rajnától) a Visztula irányában húzódó irdatlan erdőség – a hercynai erdő – állatvilágáról alkotott korábbi antik ismereteket.

Julius Caesar három, erre a vidékre jellemző négylábú – közelebből marhafaj – viszonylag részletes leírását adja (*De bello gallico*, VI 28). A hercynai erdőségben – írja – sok olyan vadállat él, melyet más helyütt nem láthat az ember; közülük, melyek leginkább különböznek másoktól és említésre méltóak, ezek:

„Van egy marhafaj, amely a szarvasra hasonlít, a homloka közepén, a fülei között egyetlen szarva van, ez hosszabb és egyenesebb az előttünk ismert szarvaknál; felül szélesen szétágazik, miként a tenyérnek ujjai. A nőstény és a hím külseje (*natura*) ugyanaz, a szarvak nagysága és alakja azonos.” (*Szepessy Tibor* fordítása.) Vitatható, hogy *Caesar* milyen szarvasfélére gondolt: ugyanis az agancs leírása a jávorszarvaséra (*Alces palmatus* L.) illik, viszont a hím és a nőstény csupán a rén-szarvas (*Rangifer tarandus* L.) esetében hord egyaránt agancsot.

Problematisztus a másikt állat leírása is. Erről azt olvashatjuk, hogy *alces*nek nevezik, „alakja és tarka szőre a kecskééhez hasonló (*consimlis*), csak valamivel nagyobbak, a szarvuk csonka, a lábszárain nincsenek ízületsomók (*nodis articulosisque*), nem is alusznak leheveredve, s ha földre zuhannak, sem talpra állni, sem feltámaszkodni nem tudnak. Nyughelyeik a fák: ezekhez támaszkodnak, és így némileg dőlt testtartásban alusznak el.” (*Szepessy Tibor* fordítása.) Az is kiderül a leírásból, hogy a vadászok a fákat kivágva fogják el az így földre zuhanó állatokat. Az elnevezés – *alces* – jávorszarvasra utal, ám az állat esetlenségének hangsúlyozása, a csonka szarvak esetleg a tatárantilopra (*Saiga tatarica* L.) is vallhat. Ez az állat tehát valószínűleg azonos a *Sztrabón* által említett *kolossal*, melyet az Augustus-kori geográfus a Rhénosz és a Tanaiszt folyók közti terület faunájáról szólva így jellemez: „nagysága a szarvasé és a kosé közötti, fehér, az említettek-nél gyorsabban fut; a vizet az orrlükain át fölszívja a fejébe, és több napra valótt tárol belőle ott úgy, hogy a víztelen vidéken is könnyen megél” (*Geógr.* VII. C 312. *Földy József* fordítása). Bár *Sztrabón* leírása pontosabbnak tűnik, megjegyzendő, hogy a tatárantilop színe nem egységes, s ezért jogosan emlékeztette *Caesart* a kecskéére.

A harmadik faj — amelyet *urinak* neveznek — vagy az európai bölény (*Bison bonasus* L.) vagy az őstulok (*Bos urus* BOJAN). *Caesar* megjegyzi: „Szarvainak [egymás közti] távolsága [*amplitudo cornium*] és alakja s jellege erősen eltér a mi marháinktól. Nagyon keresett cikk: ezüsttel vonják be, s fényűző lakomákon ivópohárként használják.” Valóban számos őstulokszarv szerepel még a mi régi ötvöstárgyaink közt is.

Már a korábbi írók is felfigyeltek a szkíta vidék kicsi, hidegtűrő lovaira. Ezekről a lovakról *Sztrabón* is ír, s utal arra a szokásra, hogy a szkíta és szarmata népek kiherélik a lovaikat. Szó esik *Sztrabón* művében a jellegzetes északi vadszamárról, a kulánról (*Equus hemionus*) is. Más szerzőink számos egyéb jellegzetes négylábút említenek a Fekete-tengertől északra eső vidéken, így a hódót, a vidrát és a földikutyt (*Spalax typhlus* NEHRING). A madarak közül már *Arisztotelész* is írt a jellegzetes, nagy pusztai madárról, a tűzokról (*Otis tarda* L.).

Nagyon érdekes, hogy az újabb kori zoológia is felvetette az ókorban hangsúlyozott problémát, hogy ti. a hideg területen nem nőnek nagyra a szarvak: *Allen* (1877) szerint a fajok kiálló, ezért kisugárzásra nézve kedvező testrészei, a szervezet védekezése következtében a meleg éghajlatú területek felől a hidegebb zónák felé haladva kisebbednek.

Figyelemre méltóak *Sztrabón* közlései a Fekete-tenger (*Pontosz Euxeinosz*) halairól és halászatáról is. Az antik geográfus behatóan foglalkozik a *Maeotisz-vidéki* halászáttal, *Tanaisz* városa közelében halászáttal foglalkozó, halkonzerveket készítő településeket említi. Egyes kutatók kétségbe vonták, hogy a Fekete-tenger északi részén intenzív tonhalhalászat volt az ókorban, az újabb szovjet ichtyológiai kutatások azonban a Fekete-tengernek a *Sztrabón* által említett régiójában is gazdag halikratelepekre akadtak.

Érdekes *Sztrabón*-adat, hogy a Fekete-tenger keleti partvidékén épült *Pharmakeia* tengerészei nagy hasznot húznak a tonhalak fogásából, sőt a delfinekéből is, mert az utóbbiak „követik a különböző tonhalak rajait, meghíznak, és könnyen megfoghatók, mert a zsákmánytól csábítva a part közelébe jönnek. Ezek [ti. a tengerészek] tehát a delfineket leöldösik, s a nagy mennyiségű zsírt mindenféle célra használják” (*Geógr.* XII C 549). Ennek az adatnak különös aktualitást kölcsönöz az a nemrégiben Japánból érkezett híradás, hogy a Tokiótól délnyugatra fekvő Kawana-öbölben a japán halászok százsázmra öldösték le a delfineket, mert azok halaikat pusztították.

4. A Nílus-vidék élővilága

Az *oikoumené* déli széleinek természeti kincseit — mint erről már többször is szó volt — a klasszikusok leginkább az egyiptomi világból ismerték. Azokat az ismereteket, amelyeket e terület élővilágáról *Hekataiosz* és *Hérodotosz* közöltek, a római idők görög tudósai közül főként *Diodórosz* és *Sztrabón* gyarapították, akik más, hellenizmus kori görög földrajztudósok, mint a knídoszi *Agatarkhidész*, továbbá *Artemidórosz* adatait is buzgón felhasználták.

Diodórosz az egyiptomi faunáról szóló korábbi adatokat nem csupán megtoldja újabbakkal, hanem *általános elvi megállapításokat is hangsúlyoz, amelyben a meleg, a napfény hatását vizsgálja a trópusi területek élővilágára*: szerzőnk kiemeli, hogy amint Arábiában a Nap melegének hatására a fauna gazdag változatossága bontakozik ki (a tenger menti területekről van szó!), úgy Egyiptomban is ennek köszönhetőek a krokodilusok és a vízilovak, Aethiopiában és Libya pusztaságain az elefántok nagy száma, a hüllők nagy változékonysága, egyéb vadállatok, továbbá kígyók, ezek különleges vadsága, hasonlóképp Indiában az elefántok sokasága és szilajsága (II 51 2–4). Az egyes fajok közül főként a krokodilus és a víziló, továbbá az a megdöbbentő közlése érdekes, hogy a „régidőkben” Libyából — kb. Kyrené vidékéről — nagyszámú kígyó tört be Egyiptomba, s ezért a terület ez a része lakhatatlanná vált (III 50 3).

Sztrabón is részletesen foglalkozik Egyiptom élővilágával, flórájával és faunájával. Flóráról szólva, miként *Diodórosz*, ő is említi a *szykomooszt*, az ún. eperfügét, továbbá az édes és nagy gyümölcsű *perseát*. Tenyészik itt — mondja — a *korszion*, amely a borshoz hasonló csemege, de valamivel nagyobb. Az egyiptomi flóránál jobban érdekli szerzőnket ennek az országnak, különösen csodálatos folyamának, a Nílusnak állatvilága. A felsorolás elején 14 halfajt említ — megjegyezvén, hogy ezek csakis itt élnek —, olyanokat, amelyeket már a híres óbirodalmi festményen, *Ti* sírkamrájának halászati jelenetén is láthatunk, ilyenek pl. az *oxyrrhynkhos*, ez a különös alakú csőrőshal (*Mormyrus*), a *latos* (*Latus niloticus*), a nílusi sügér, továbbá az *alabés* (ezt a mai egyiptomiak *labis*nak nevezik, ez a jellegzetes egyiptomi ponty: *Cyprinus niloticus* FORSKALL, de szó esik — többek közt — még a *silurosról* is, ez talán az az egyiptomi elektromos harcsa (*Malopterus electricus* L.), melyet oly gyakran ábrázoltak az ókori Egyiptomban is. Ne felejtjük le a listá-

ról a *kesterust*, a pérhalat (*Mugil cephalus CUV.*) sem, melynek húsát ma is finom falatnak tartják, továbbá a furcsa, gömb alakú *physsát* (*Tetradon fahaka HASSELQUIST*). Olyan csigáról is beszél *Sztrabón*, amelyik a fájdalomkiáltáshoz hasonló hangot ad. A szárazföldi állatok között nem feledkezhet meg két harcos ellenfélről: az ikhneumonról, erről a kicsi, de erős ragadozóról, amely halálos ellenségét, az áspiskígyót pusztítja; az áspiskígyónak két fajtát különbözteti meg.

A „faunakatalógus”-ból természetesen az egyiptomi madarak sem maradhatnak ki: elsőként az egyiptomi ibisz, a hosszú csőrű vízimadár szerepel, majd őt követi a *hierax*, a sólyom (mint ismeretes, mindkettőt nagyon tisztelték Egyiptomban). Nagyon érdekes, hogy *Sztrabón* az ibisznek mindkét fajtát leírja: egyik „a gólyához hasonló” (az *Ibis aethiopica LATHAM = Threskiornis aethiopicus*), a másik — a fekete — a batla (*Pleagdis falcinellus L.*). Érdekes az is, amit életmódjukról ír: „Alexandriában minden keresztút tele van ezekkel, melyek részint hasznosak, részint károsak. Hasznosak, mert minden férget és hulladékot fölszednek a hús- és halpiacon, károsak, mert mindent fölfalnak, piszkosak és nehezen tarthatók távol a tiszta és minden szennyezéstől mentes anyagoktól” (*Geógr.* XVII C 823. Földy József fordítása).

A kietlen sivatagban is életet teremtő folyó, a Nílus iránti érdeklődés a császárkorban egyre fokozódik. *Augustus* császár pénzérméjén a legyőzött Egyiptomot egy krokodilus jelképezi. Krokodilust, mint érdekességet, Rómába is szállítottak. A korábban említett expedíció — amelyet két centurio vezetett *Nero* császár idején (54–68) — a Fehér-Nílus mocsaras forrásvidékét is megközelítette. Érthető, hogy a császár nevelője, *Seneca* a természeti problémákat tárgyaló művében (*Questiones Naturales*, VIII II 12) nemcsak a nagy egyiptomi folyónak, hanem élővilágának is különös figyelmet szentel. Ezt látszik igazolni egy nem mindennapi harc leírása. Arról olvashatunk ugyanis, hogy a szemtanú, *Balbillus* egyiptomi helytartó látta, hogy a folyam deltájában a tenger felől behatoló delfinek csatát vívtak a Nílusban lakozó krokodilusokkal. A harcból az előbbieket kerültek ki győztesen, mert hátszonyukkal felhasították a krokodilusok puha, páncéllal nem védett hasát. A történet azért is érdekes, mert a Nílus alsó folyásán mára már teljesen kipusztultak a krokodilusok.

Messze vezetne, ha szólni szeretnénk mindazokról a rajzokról, festményekről, érmékről, domborművekről, amelyeken az antik művészek a Nílus élővilágát ábrázolják. Minthogy előbb küzdelemről esett szó,

meg kell emitenünk azt az egyedi leletből előkerült nyeles tálat, amely krokodil és víziló harcát ábrázolja, vagy azt a Székesfehérváron őrzött domborművet, amelyen a Nílusból ivó öszvért támad meg a krokodil. A nílusi élővilág legjelentősebb ábrázolásai a pompejibeli Casa del Faunóban talált *Alexandrosz-mozaik* szegélyén, továbbá a már említett praenestei mozaikon láthatók, az ún. Campana-reliefekről nem is beszélve.

5. Különös élőlények Aithiópiában

Egyiptom és Aithiopia határát *Diodórosz* szerint a Nílus legszélesebb kataraktája (vízesés) alkotja. Szerinte az első görög, aki ezt a határt átlépte, *II Ptolemaiosz* volt, egyébként a Nílustól a Vörös-tengerig húzódó csatornát is ő fejezte be. Említettük, hogy *II. Ptolemaiosz* mennyire érdeklődött az állatok iránt. Utóda, *III. Ptolemaiosz Euergetész* (i. e. 247–221) szintén küldött elefántvadász expedíciót az Egyiptomtól délnyugatra eső területekre.

A Vörös-tenger partvidékének élővilágát elsőként a knidoszi *Agatharkhidész* tanulmányozta, ő 27 állatfajt — köztük 22 vadállatot — említ töredékekben megmaradt művében, amely az *Erithreai-tenger körülhajózásáról* szól. E terület faunájának leírásában *Diodórosz* és *Sztrabón* is őt követi.

Diodórosz közléseiben különösen érdekes, ahogyan a folyóra járó elefántok és a kígyók küzdelmét leírja: miként ejtik el a kígyók az elefántokat, s azután húsukat megeszik. (Az említett karthágói mozaikon egy hatalmas kígyó és egy elefánt küzdelmét is láthatjuk.) Szó esik a félelmetes *krokottárról*, amely a „kutya és a farkas” keveréke, de sokkal vadabb náluk, s félelmetes fogai vannak (talán valamilyen hiénafajról van szó). Aithiopia és a Troglodyták vidékén számos majomfaj is tenyészik. *Diodórosz* megemlíti közülük a „sphinxeket”, a *Papio hamadryast*, továbbá a babuin-páviánt (*Papio sphinx*) s a cercófokat is. („*Sphinx*”-ek ábrázolásai találhatók a praenestei — palestrinai — mozaikon.) E vidéknek a rinocérosz is jellegzetes állata.

A Nílusnak a mai Szudán vidékére eső területéről, illetőleg a Nílus és a Vörös-tenger közti vidékről *Sztrabón* leírása sokban egyezik *Diodóroszéval*, mindketten nyilván főként *Agatharkhidészre* támaszkodnak. A terület bennszülött lakóit — akárcsak korábban *Hérodotosz* — ők is

„etnozoológiai” alapokon különítik el, pontosabban aszerint nevezik el őket, hogy milyen állatokkal táplálkoznak (halevők, kutyafejúek, madárevők, sáskaevők stb.). A sáskaevők a többieknél feketébbek — mondja *Sztribón* —, kisebbek és rövidebb életűek. Különösen érdekes az elefántevek s a madárevők leírása. Az előbbiek úgy ejtik el az elefántot, hogy hátulról odalopódzva inait elvágják vagy kígyóméregbe mártott nyíllal lövik le. A madárevők törzsének vidékén „szarvas nagyságú madarak tenyésznek, amelyek röpködni nem tudnak ugyan, de olyan gyorsan futnak, mint a struccok. Ezeket némelyek nyíllal vadásszák, mások pedig marhabőrbe burkolóznak, a jobb kezüket beburkolják nyakrészével, és úgy mozgatják, mint ahogyan az állatok nyújtogatják a nyakukat”... (XVI C 772). A leírás nemcsak néprajzilag érdekes (hasonló vadászati módokról busman sziklafestmény is tanúskodik), hanem madártanilag is, ugyanis valószínűleg az azóta kihalt kelet-afrikai és madagaszkári futómadárról, a struccféle *Aepyornis*-ről van szó. *Sztribón* egyébként a Deirétől a Notosz szarváig terjedő területről, vagyis a mai Etiópiáról szólva részletesen leírja az orrszarvút és a tevépárducot, vagyis a zsiráfot. Mindezekről *Diodórosz* is ír, forrásuk nyilván közös: *Agatarkhidész* és *Artemidórosz*. *Artemidórosz* adatait *Sztribón* kritikával fogadja. Nyilván ezekre a forrásokra épít később *Plinius* is, aki néhány további különös aethiopiai állatot említ.

6. „Boldog Arábia” élő kincsei

Már *Alexandrosz* felismerte az Arab-félsziget jelentőségét, s ezért i. e. 323–322 telén nagy előkészületeket tett körülhajózására. *Androszthenész*, uralkodója parancsára, Arábia Perzsa-öböl felőli részéről részletes beszámolót készített, de sajnos az ő munkája elveszett. A hellenisztikus geográfusok közt *Agatarkhidész* és *Artemidórosz* kutatásai is csak *Diodórosz* és *Sztribón* műveiből ismeretesek. A terület élővilágáról a legkorábbi beszámolót *Diodórosz* művében olvashatjuk, aki — miután meghatározta Arábia helyét, Egyiptom és Szíria közé helyezve — először mesteri módon jellemzi a terület sivatagos, víztelen részének hatását az ott lakók magatartására (*Bibliothéké Historiké* II 48), majd részletesen ismerteti a terület másik, termékeny részének, az ún. „Boldog Arábiának” természeti kincseit (II 49–51), elsőként is a terület sokféle növényét, főként a fűszernövényeket, tömjént, mirrhát, *kasziát*, *kinnamomont*,

kétféle cédrusfát stb. Hangsúlyozza, hogy Arábiának Szíriával határos területén számos vadállat él, az itteni oroszlánok, párducok „szám, nagyság és vadság tekintetében” felülmúlják a libyaiakat, „a babylóniai tigriseket is ide kell számítani”. Majd e terület két különleges „keverék” állatának részletes leírását adja — az egyik a „struccteve” (*sztruthokamélosz*), a másik a „tevepárduc” (*kamélopardalisz*), majd különböző antilopjokat sorol fel.

Sztribón „Boldog Arábia” háziállatairól szólva megemlíti, hogy ezek nagyszámban élnek itt, „lovak, öszvérek és disznók kivételével”, a szárnyasok közül viszont hiányoznak a libák és a tyúkfélék. *Sztribón* különben, Arábia leírásában — abban a részben (XVI C 769), melyben a „myrrhapart” és a „fahéjtermő földek” szerepelnek — *Eratoszthenész*re hivatkozik. A nabateusok földjéről szólva így ír: „Nagy számban élnek itt vadtevék, szarvasok és őzek, továbbá oroszlánok, párducok és farkasok is gyakoriak.” (XVI C 777)

7. India csodái

„Myrrhafákat láttak, és a velük jött főnikiai kalmárok édes illatú nárdusgyökereket szedtek. Amikor a menetelő sorok ilyen gyökereken tapostak, kellemes illat töltötte be a levegőt. Babérfa külsejű fák virágoztak, és viráguk olyan volt, mint egy-egy óriás fehér ibolya. Egy növényfaj szárain olyan erős tüskék nőttek, hogy a lovast lerántották a lóról, ha ruhájába akadtak...” Így jellemzi a bithyniai *Flaviosz Arrianosz* (kb. 96–175) *Nagy Sándor* indiai hadjáratáról szóló — egykorú forrásokon alapuló — művében azt a buja vegetációt, mely a világhódító makedón uralkodó seregét fogadta a Kelet csodálatos földjén. Nem kevesebb meglepetést nyújtottak a makedónok számára a hatalmas indiai elefántok. Az első híradásokat talán *Megaszthenész* vagy inkább az asztypalaiai *Onészikritosz* közölte róluk, mindenesetre meglepő, hogy az i. e. 1. században *Diodórosz* és *Sztribón* ugyanazokat az adatokat közlik az elefántokról, tehát nyilván közös forrást használtak. Eszerint az elefántok „lovak módjára közöszlnek”, terhességi idejük 16–18 hónap, az anya 6 évig szoptat, s a *Sztribón* által idézett *Onészikritosz*-féle adat szerint 300 évig is élhetnek (*Diodórosz* óvatosabb, ő csak 200 évet említ). Ugyancsak a *Nagy Sándor* hadjáratában részt vett asztypalaiai férfira hivatkozva írja *Sztribón*, hogy az indiai elefántok „a libyaiaknál nagyobb-

bak és erősebbek”, sőt hozzáteszi, hogy „ezt nemcsak ő mondja”. Ez a meglepő közlés csak azzal magyarázható, hogy a klasszikus világban az indiainál sokkal nagyobb afrikai sztyeppelefántot (*Loxodonta africana africana*) nem ismerték, csupán a jóval kisebb erdei elefántról (*Loxodonta africana cyclotis*) tudtak, harci elefántként is csak utóbbit használhatták a Ptolemaioszok korától fogva. Az elefánt után a legtöbbet emlegetett indiai állat a párduc (*Panthera pardus* L.): *Dionyszosz Bacchus* állata. India más jellegzetes vadállatáról szólva *Sztrabón Megaszthenész* nyomán megemlíti, hogy a praszioszoknál — vagyis Középkelet-India lakóinál — találhatók a „legnagyobb tigrisek”, ezek „majdnem kétszer akkorák, mint az oroszlánok”. Szól geográfusunk az indiai majmokról is, melyek „a legnagyobb kutyánál is nagyobbak, s fehér színűek, pofájuk kivételével, mert az fekete, némelyek azonban éppen fordítva, farkuk két könyöknél is hosszabb, nagyon szelídek”, ezek a hulmán s a különféle langurok (*Presbytis* sp.). Megjegyzendő, hogy az antik szerzők más indiai majmfajokat is említene, köztük az üstökös makákót (*Macaca radiata GEOFFREY*) is, ezek részletes ismertetése azonban messzire vezetne. A különféle szarvasmarhafélék közt *Sztrabón* a bivalyról (*Bubalus bubalus* L.) s a jellegzetes indiai púposmarháról, a zeburól sem feledkezik meg.

Az antik szerzőknél, így már *Hérodotosznál* (III 102—105), majd *Nearkhosz* és *Megaszthenész* nyomán *Sztrabónnál*, később a 2. századi *Ailianosznál* is többször szó esik az ún. „aranyásó hangyákról”. Ezek egyes szerzők szerint „a rókánál nagyobbak”, mások szerint bőrük olyan, mint a párducé, egyszóval semmi esetre sem rovarok, hanem olyan négy-lábúak, amelyek mély járatokat vájnak a föld alatt. Különös alakjuk miatt az ókoriak nem tudták őket beilleszteni az ismert állatok közé. Ezért is gondolhatunk a legfurcsább emlősök közé tartozó tobozskára (*Manis pentadactyla* L.), erre a gyors mozgású, pikkelyes testű, üreglakó állatra.

Igen érdekes, hogy *Sztrabón* „bőrszárnyú” indiai kígyókról ír, amelyek éjjel repülnek ki, s olyanok, mint a denevér: ez valószínűleg a repülő róka nevű nagydenevér (*Pteropus medius*). Hogy az ugyancsak *Sztrabón* említette „szárnyas skorpiók” milyen ízeltlábúak lehetnek — azt nehéz megállapítani. Talán egy erős rágószervekkel bíró bogárfajt néztek a görögök skorpiónak.

Említettük: *Plinius* azt írja, hogy *Alexandrosz* — *Nagy Sándor* — nagyarányú szervezést végzett, hogy nevelője, *Arisztotelész* zoológiai munkáihoz minél több adathoz juthasson. A világhódító uralkodó

— a kései hagyomány szerint — maga is tájékoztatta mesterét utazásai alkalmával tapasztalt természetrajzi érdekességekről. Az uralkodó keleti hadjáratait az évszázadok folyamán egyre jobban kiszínezte a képzelet. Megszületett az ún. *Sándor-regény*, melynek szerzőjeként *Arisztotelész* tanítványát, *Kalliszthenészt* emlegették, aki részt vett *Alexandrosz* keleti hadjárataiban. Ám az ő neve alatt forgalomba hozott tarka gyűjtemény már jórészt a római császárkor szüleménye, midőn a birodalom keleti hódításaihoz *Alexandrosz* szolgált mintaképül. A különféle feldolgozások közül a sok nyelvre lefordított Ál-Kalliszthenész (*Pseudokallisthenés*)-változatokból a latin feldolgozás terjedt el leginkább, melynek szerzője *Julius Valerius Alexander Polemius*, aki 338-ban, a Nagy Konstantin halála utáni évben consul volt. Az általa egybeszerkesztett *Sándor-regényt* később *Palladius* (364–408), a kisázsiai Bithynia tartományban levő Helénopolisz püspöke dolgozta át. Így hát *Alexandrosznak* *Arisztotelész*-hez írt levele, melyben India csodáiról számol be, késő antik kompiláció.

Milyen képet rajzol ez a levél a távoli szubkontinens élővilágáról? Többek között leírja, hogy egy hatalmas folyam átúszása alkalmából „a víz mélyéből vízilovak bukkannak fel, hatalmasabbak, mint az elefántok. Víziló a nevük, félig emberek, félig lovak”, ezek felfalták az előreküldött makedónokat. Majd később egy tó partján telepedtek le, ahol újabb veszedelmes állatokkal találkoztak: „Amint felragyogott a holdvilág, azonnal megjelentek a skorpiók, hogy a tó vizéből igyanak; utánuk jöttek a nagyobb vadállatok és a kígyók, valamennyi más-más színű: vörösek, feketék, fehérek, voltak aranyszínűek is; a sziszegésüktől csak úgy visszhangzott a föld... S miután ezek a kígyók ittak a vízből, elkotródtak... Éppen az éjszaka harmadik órája volt... és ekkor, íme, más kígyók érkeztek, tarajos fejűek, oszlopnál is vastagabbak, ezek ugyanis a környező hegyekből bújtak elő, és ugyancsak a vízhez jöttek. Nyakukat felmeresztették, szájuk nyitva volt, szemükben méreg szikrázott, halálos volt a leheletük is. ... Miután a kígyók eltávoztak, jöttek a rákok; keményebb volt a hátuk, mint a krokodilusoké... Már elérkezett az ötödik őrváltás ideje... ekkor megjelentek a fehér oroszánok, bikáknál is nagyobbak; éktelen bömbölés közben rázták a sörényüket... Ezek után mindenféle óriásdisznók rohantak ránk... utánuk denevérek következtek, a galamboknál nagyobbak; olyan foguk volt, mint az embereknek, belemartak az arcunkba... Eközben más vadállat jelent meg, hatalmasabb az elefántnál; három hegyes szarva volt a homlokán; indiai nyelven úgy hívják, hogy »agyaróriás«; lóhoz hasonlított, s fekete volt a feje...

Azután besurrantak a táborba a rókánál is nagyobb cickányok; ahány állatunkat megmarták, valamennyi nyomban megdőglött; de az embereknek nem ártott annyira a harapásuk, hogy behaltak volna. Hajnaltájt keselyűféle madarak érkeztek; vörhenyes volt a színük, lábaik és csőrük fekete; bennünket nem bántottak; de ellepték az egész tópartot, és a vízből kiráncigálták a halakat és az angolnákat, és megették, minket nem támadtak meg, mi sem őket.” (*India csodái*, Révay József fordítása.)

Ez a részlet — és a hasonlók — első olvasásra is bizonyítja, hogy ez a költött levél sajátos keveréke az indiai állatvilágról szóló valóságos adatoknak és a regényes képzeteknek. Pl. a félig ember, félig ló vízi szörnyeteg semmi esetre sem lehet az ismert víziló, hiszen az nem él az indiai folyamokban, csakis krokodil vagy gaviál lehetne. Másrészt viszont valóban létező, tudományosan azonosítható állatok is szerepelnek ebben a történetben: a vörhenyes színű, keselyűszerű madár nyilván a fakókeselyű indiai változata (*Gyps flavus flavescens*), s az említett cickány is nagy valószínűséggel azonosítható egy indiai fajjal, az *Anathana elioti*-val. Már szó esett róla, hogy az indiai fauna jellegzetes állatai a nagy testű denevérek, mint a repülő róka (*Pteropus medius*) — ám az is igaz, hogy az indiai orrszarvúnak csak egy tülke van, nem pedig három... Mindenesetre az ókori forrásoknak a távoli India élővilágára vonatkozó közléseiből a fentebb kiragadott példák ékesen bizonyítják, hogy *e messzi földrészt a klasszikus világ viszonylag jól ismerte, e területről újabb, megbízható ismereteket csak a 18. század óta nyerhettek az európaiak!*

Az sem érdektelen, hogy ezek közül az állatok közül melyek kerültek először Rómába. *Sztrabón* — miután megemlíti *Artemidórosz* tudósítását az indiai Gangesz egyik mellékfolyójában, az Oidanészben (feltehetőleg Brahmaputra) élő krokodilokról és delfinekről — idézi *Nikolaosz Damaszkénosz* tudósítását: „Ő ugyanis elmondja, hogy a Daphnai melletti Antiokhiában találkozott az *Augustus Caesar*hoz jövő indiai követekkel.” Majd a különböző ajándékok felsorolása közt szerepelnek a „...nagy viperák, egy 10 könyök hosszúságú kígyó, egy 3 könyök hosszúságú folyami teknős s egy, a keselyűnél is nagyobb fogoly”. A nagy viperák közt nyilván szerepelt a pápaszemés kígyó, a külön megemlített hatalmas kígyó pedig bizonyára egy óriáskígyó volt — talán a tigriskígyó (*Python molurus L.*), a fogolymadár pedig talán a gyönyörű tollkoronát viselő *Cryptonyx cristatus* lehetett.

1. Poszeidóniosz az állatok értelméről

Sztrabón írja, hogy *Poszeidóniosz*, midőn Gadeirából (Gades = Cádiz) Itáliába hajózott s a libyai part felé vetődött, egy egészen a tengerig nyúló erdőt látott, a fákon és a földön tele majmokkal, „miközben egyesek a kicsinyeket tartották, s odanyújtották nekik emlőjüket”, a tudósunk „felnevetett, midőn látta, hogy ezek az erős mellű állatok részint kopaszok, részint sérvesek és más ilyenféle betegségben szenvednek” (*Geógr. XVII C 827. Földy József fordítása*). *Sztrabón* — úgy hisszük — kissé „szimplifikálta” a nagy apameiai tudós érzelmeit, midőn a magotok (*Simia inuus* = *Inuus ecaudatus* L.) életét figyelte meg. Nyilván nemcsak „nevetett” *Poszeidóniosz*, hanem mélyen el is gondolkozott a látottakon. Mi az állatoknál az anya és a gyermek közti *szympatheianak* az oka? Miképpen viszonyul egymáshoz az állatok és az ember érzelmi, értelmi világa? Van-e köztük különbség, s ha igen, milyen mértékű, s honnan ered? Ilyen és hasonló gondolatok foglalkoztathatták az apameiai polihisztert, más hasonló állati megnyilatkozások szemlélete kapcsán is.

A válaszok egységes, teljes megfogalmazásai elvesztek, csupán tanítványok és követők nyilatkozataiból rekonstruálhatók. Köztük talán a leginkább hitelt érdemlő *Cicero*, aki a szíriai tudós közvetlen tanítványa volt. *Cicero* — *Cato* szájába adva, de nyilván a poszeidónioszi tanítást felhasználva — a következőket írja: „... minden élő, mihelyt megszületik (mert innen kell kiindulnunk), megszereti önmagát, s ennél fogva saját létét fenntartani igyekszik, szereti továbbá a maga természetes állapotát s mindazt, ami ennek az állapotnak fenntartására szolgál, ellenben irtózik a megsemmisüléstől s mindattól, ami vesztét okozhatná. Ezt azzal bizonyíthatjuk, hogy a kicsinyek, még mielőtt élvezetben vagy fájdalomban volna részük, már kívánják azt, ami nekik egészséges, és irtóznak az ellenkezőjétől, ami nem történne, ha természetes állapotukat nem szeretnék s a megsemmisüléstől nem félnének.” (*De finibus* = *A legfőbb jóról* III V 16. *Némethy Géza* fordítása.)

Vajon az állatok értelme belső természeti erőből származik vagy külső tényezők eredménye? Vannak-e egyéni vonásai, vagy általános? *Poszeidóniosz* úgy véli, hogy van egy belső képesség (*szysztaszisz*), amely az állatokban és az emberekben egyaránt megnyilatkozik, ez a *szysztaszisz*

lényegében nem jelent lényegi eltérést a „morál nélküli” állatok és a „morális” emberek között. Azonban az állatoknál hiányzik az az értelmi képesség, amelyik az elvont fogalmak megalkotására, általánosításokra képes, hiányzik — ahogy a tanítvány, *Cicero* mondja — a „*comprehensio universalis*”. Az állatok tehát csak az egyest látják, nem pedig az általánost.

Éppen ezért, ha az állatoknak vannak is bizonyos képzeitek, ezek mindig homályosabbak, ingatagabbak, mint az emberé, akár csak a gyermeké a felnőttéhoz képest. Mindazonáltal *Poszeidóniosz* nem feledkezik meg arról sem, hogy van az állatoknak is bizonyos társadalmi életük, melyben a betegről való gondoskodás, a kölcsönös segítség is észlelhető (az utóbbit már *Hérodotosz* is hangsúlyozta a krokodilus és a trokhilosz-madár „barátságának” bemutatásakor).

2. Állatvédelem tudományos alapon. Plutarkhosz

„Ámde te azt kérdezed, miért tartózkodott *Pythagorasz* a húsevéstől?” Én inkább azon csodálkozom, írja a boiotiai polihisztor, *Plutarkhosz* (kb. i. sz. 46–120), hogy mi készítette az embereket arra, hogy dögevők legyenek. A khaironeiai tudósnak a húsevésről szóló kétrészes munkája (*Peri szarkophagiasz*) mindenekelőtt rámutat arra, hogy az ősembert a szükség kényszerítette arra, hogy az állatok húsával táplálkozzék, ezzel szemben a kortársak világában, melyet szerzőnk kemény szavakkal bírál, erre csak az élvezetvágy készíthet. Ez annál súlyosabban esik latba, folytatja a gondolatmenetét *Plutarkhosz*, mert főként nem a vad, hanem ellenkezőleg, éppen a szelíd, ártalmatlan állatok életét ontják ki az emberek azért, hogy megehessék őket.

A húsevés, hangsúlyozza szerzőnk, nem tartozik hozzá az emberi természet lényegéhez, sőt mi több, egyenesen káros a szellemi képességekre (*Peri szark.* 6). Az állatok iránti részvét egyik jele az emberi haladásnak. Emlékeztet arra, hogy az athéniaiak megbüntették azt, aki a kos bőrét az eleven állatról lenyúzta. Mert „nem csekélyebb bűn megkínózni egy állatot, mint életét elvenni vagy megölni” (7).

A mű második része nem az első rész közvetlen folytatása, hanem mindkét „előadás” (*logosz*) tulajdonképpen egy, a jelzett témáról szóló előadás-sorozat láncszeme. Újra hangsúlyozza *Plutarkhosz*, hogy a hús-

evés nem szükségszerűség, hanem káros szenvedély, amely általános erkölcsi zülléshez vezethet. Így kerít szót *Plutarkhosz* a szexuális túlhajtás és a véres játékok elítélésére is, sőt *Lykurgosz* törvényeire hivatkozva a fényűzés nélküli, egyszerű élet dicséretére.

Milyen hát a nem fényűző ebéd? Olyan, amelyen egyetlen állatot sem ölnek meg. Szerinte a vadállatok megölését követte a szelídeké, s végül mindez emberöléssé fajult. *Plutarkhosz*, *Pythagorasz* tanait követve, hisz abban, hogy az élőlények lelkileg végtelen egységet alkotnak. Ebből a szempontból emberek, állatok összetartoznak, aki most értelmes lélekkel rendelkezik, az következő életében állattá, lehet, aki most vad, az ismét szelíddé válhat. Végül szerzőnk a sztoikusok érveit cáfolja, akik helyeselték a húsevést, s arra hivatkoztak, hogy az állatoknak nincsenek jogaik az emberekkel szemben. Ez nem helytálló érv, mondja szerzőnk félbeszakadt művének utolsó soraiban...

Ha az állatok megölése bűnös dolog, akkor nyilvánvaló, hogy vadászatukat sem dicsérhetjük. Ezért aggodalmaskodik *Autobulosz*, *Plutarkhosz* atyja, az állatok értelmi képességeiről szóló mű egyik beszélgetője, mondván, hogy előzőleg a vadászat dicsőítéséről esett szó. *Plutarkhosz*, úgy látszik, ilyen jellegű művet is írhatott, erre műveinek ránk maradt katalógusa is utal. Szerzőnk második, legjelentősebb állatlélektani és állatvédelmi munkája — *Vajon a szárazföldi vagy a vízi állatok értelme-sebbek* (*Potera tón zoón phronimótera ta khersaia hé ta enydra*, latin címén *De sollertia animalium*) — először a vadászat bírálatával foglalkozik. *Autobulosz* egy *Szóklarosz* nevű ifjúval beszélget a kérdésről, párhuzamba állítva a vadászatot a gladiátorok mesterségével. Közben *Szóklarosz* ismerteti a sztoikusok álláspontját, akik a halandót a halhatatlannal, a testit a szellemivel szembeállítván, mint erről a fentebbi műben is szó esett, lebecsülték az állatokat. Ámde a sztoikusok ellenpárjait el kell utasítanunk, mert az állatoknak mint értelem nélküli lényeknek leértékelése teljességgel helytelen, hiszen: „nincsen olyan állat, mely nem rendelkezik értelemmel, nincs olyan, melynek ne volna érzelmvilága...” Mert nemcsak pusztá érzékelésük van az állatoknak, hanem törekszenek arra, ami számukra hasznos, kerülnek az ártalmast, képesek arra, hogy a dolgokat értékeljék, megfontolják, emlékezzenek rájuk... rendelkeznek tehát *dianoészisszel*, vagyis intelligenciával.

De az állatok érzelmvilága is sokrétű, harag, félelem, gyűlölet, vetélkedés érzelmei sem ismeretlenek előttük. Sőt egyes állatok (ami fogalmainkkal: háziállatok), ha megbüntetik őket, még bünbánatot is éreznek,

ilyenek a kutyák és a lovak. *Autobulosz* arra is említ példákat, hogy egyes állatok a zenében is gyönyörködnek, mint a szarvasok és a lovak a sípok és a fuvolák hangjaiban, sőt ily módon még a rákokat is elő lehet csalni sziklaodúikból. Persze, mondja *Autobulosz*, akik az állatok lelki képességeit kétségbevonják, azok azt mondják, hogy a méh olyan, mintha emlékezne, a fecske, mintha énekelne, az oroszlán, mintha haragudna . . . tehát nem olyanok, mint az élők, hanem csupán úgy viselkednek, mintha élnének. . .

A másik beszélgető, *Szóklarosz* egyetért ugyan *Autobulosz* okfejtéseivel, ám mégis kételkedik abban, hogy az állatok tudatosan törekednének az *areté*, az erény gyakorlására, mint az emberek. Kétségtelen, feleli *Autobulosz*, hogy az állatok ivadékgondozó szeretetét nem az igazságosság irányítja, mint az emberi társadalomban. Ám a rossz emberek cselekedetei sem irányulnak az *aretére*, mégsem állíthatjuk, hogy nélkülözik az értelmet, ez tehát nem érv amellet, hogy az állatoknak nincsen értelmük. Az értelem a természet adománya, a tökéletes értelem gyakorlás és tanulás eredménye. Az ember és az állat értelmi képességei közt nem lényegbeli, hanem csupán fokozati különbség állapítható meg. Egyes képességekben valóban az ember a kiválóbb, másokban, mint a nagyság, gyorsaság, látó- és hallóképesség, az állatok felülmúlják az embert.

Szóklarosz ellenvetéseinek végén a sztoikusokra és a peripatetikusokra hivatkozik, továbbá *Hésziodoszt* is idézi, hogy az állatok világában nincsen jog, s ezért a madarak a madarakat, a földi állatok a földieket, a vízbeliek a hasonlókat felfalhatják. *Autobulosz* elutasítja ezt az érvelést. A helyes álláspont, amit *Pythagorasz* is tanított, hogy az ember feladata közeledni az állatokhoz, megszeliíteni őket, megszüntetni jogtalan elpusztításukat, kínzásukat, ami az amfiteátrumokban, a vadászatok, a halászat alkalmával történik.

Itt (8. fejezet) megszakad a vita, mert — mint olvashatjuk — két vadászatkedvelő fiatalember érkezik. A vita úgy folytatódik, hogy az egyik, *Arisztotimosz* a szárazföldi állatok, a másik, *Phaidimosz* pedig a vízben élők értelmi képességeit fejtegeti.

Arisztotimosz először néhány szót szól azokról az állatokról, melyeket halászat, illetve vadászat alkalmával ismerhetünk meg, majd részletes előadást tart az egyes földi állatok értelmi képességeiről. Nem csodálkozhatunk azon, hogy elsőik közt (a küzdő bikák és a védekező vaddisznók után) az elefánt képességeiről esik szó, arról, hogyan tudja különféle

célokra használni az agyarást. Őt követi a felsorolásban az oroszlán, ő a mancsaival bánik bámulatosan, de még ügyesebb az ichneumon, „a fáraók patkánya”, midőn a krokodilusra támad.

Szemünk előtt játszódik le a fecskék gondos fészeképítése napokra lebontva, nemkülönben a pókoknak a szövőnők munkájához hasonló mesteri hálószővése, mely hálóval aztán megszerzik zsákmányukat. *Arisztotimosz* a pici állatok, különösen a hangyák értelmi képességeiről sem feledkezik meg (11. fejezet), részletesen vizsgálja a hangyák közösségi életét. Meglepő, hogy a hangya után az elefánt okosságáról olvashatunk. A legnagyobb szárazföldi állatról többször is szó esik *Arisztotimosz* fejtegetéseiben, többek közt ott, amidőn nagy történelmi személyek okos állatairól ír: *Lyszimakhosz* és *Pyrrhosz* király kutyájáról; *Porosz* baktriai uralkodó elefántjáról, amely a nagy ellenfél, *Alexandrosz* híres lovával, a Bukephalossal együtt szerepel mint az állati értelem különleges példája (13. fejezet). (*Alexandroszt* a Bukephalosz hátán egy i. e. 326-ban, Babilonban vert görög dekadrachma hátlapja is megörökítette, amint az elefánton ülő *Porosz* ellen küzd.) Nemcsak az indiai, hanem az afrikai elefánt kiváló tulajdonságait is számon tartja szerzőnk: így *Iuba* nyomán, aki *Augustus* idején írt alapvető könyvet Észak-Afrika állatairól (*Plinius* is gondosan kivonatolta), az elefánt társas életét dicséri. A különböző szárazföldi állatok értelmi képességeit meglehetősen csapongó összefüggésekben előadó fejtegetések végén a madarak beszélő- és éneklőképeségeinek dicséretét halljuk (19. fejezet), majd ismét négylábúakról olvashatunk, végül *Arisztotimosz* visszatér a madarakhoz, dicsérvén jóképességüket, amely szerinte a néma és bárgyú vízi állatoknál teljesen hiányzik (22. fejezet).

Nem könnyű feladatra vállalkozott tehát *Phaidimosz*, midőn a vízben élő állatok értelmi képességeit tárta elénk, ezt hangsúlyozza is fejtegetéseinek kezdetén. Majd a krokodilus jóstehetségéről szól, s ezt követi a legkülönbözőbb vízi állatok értelmi képességeinek taglalása. Bemutatja, mily ügyességgel kerülik el egyes halfajok a horgot s különösen részletesen taglalja a polypok értelmi képességeit, többek közt *Pindaroszt* is idézve, aki — *Amphiaraosz* tanácsait közölve, melyet fiának, *Amphilokhosznak* adott, hogy miként kell viselkedni a különböző emberekkel szemben — a következőket írja:

Legyen elméd, mint a tengeri állat teste . . . , vagyis oly gyorsan alkalmazkodó, szint változtató, mint a „tintahal” (ahogy mi helytelenül a polipokat nevezzük).

Nem feledkeznek meg a tengeri sütnökről sem, s a különböző halak művészi úszásáról (28. fejezet), különös részletességgel ír a delfin értelmi képességeiről. Külön fejezetet szentel egyes nagy és kicsi vízi állatok együttélésének, felemlíti a krokodilusnak és a trokhilosz madárnak a barátságát, amit már *Hérodotosz* is megfigyelt. A trokhilosz madár a hatalmas hulló tátott szájába repülve, fogai közül kiszedi az apró húsdarabokat (valójában a piócákat).

Érdekesen ecseteli a különböző vízi állatok – köztük a teknősök, a krokodilusok és a fókák ivadékgyondozását (33–34. fejezet) –, majd egy hosszú kitérőben a jégmadárról, az *alkyon*ról szól, mondván: „mely fülemüle énekét, mely fecske ügyességét, mely galamb hitvesi szeretetét, mely méh szorgalmát hasonlíthatjuk hozzá? Mert elmondani is csoda, mily ügyesség és bölcsesség kell fészük megcsinálásához. Mert az *alkyon* csak a maga csőrével építi fészket, semmi más szerszámmal, sőt olyanra építi, mintha hajó volna, hogy se szél, se hullám föl ne fordítsa, el ne merítse, kicsi halszálkákat fon egybe, összegömbölyíti és megnyújtja őket, utánozván a peremfát, hajóélt és bordát úgy, hogy vadász-hajó formájára gyúrja. És amikor így megcsinálta, elsőben a parthoz köti, hogy hadd verje a hullám, s a hullámverés közben még erősebbre fonja és fűzi, hogy se kővel, se vassal nem könnyen törheti össze vagy tépheti széjjel. És nagyon csodálatos e fészeknek ajtaja, mely úgy van csinálva, hogy csak ő maga mehet be rajta, más bele nem talál, de a víz se hatol be rajta, mert ez az ajtó, mint egy szivacs, valami ragadós anyagból készült. Mikor megdagad, bezárja a nyílást, hogy semmi se fér be rajta, de ha a madár kívánczik bebújni, lenyomja, s kicsurogván a víz, öneki bejárást enged...” (*Brehm, Az állatok világa* V. kötet, 44. oldal, *Chernel István* fordítása.)

Végül ismét a delfinről esik szó, majd arról polemizál ellenfelével, hogy a vízi állatok nem tisztelik az isteneket (35–36. fejezet).

„Kirké, hogy legyek én nyájas teveled, hogy akarnád,
épp te, aki társaimat disznókká tetted a házban...”

ily szemrehányásokkal illeti *Odysszeusz* a varázsló erejű istennőt *Homérosz Odysszeiá*jában (X. 337–338. *Devecseri Gábor* fordítása). Ám valóban oly szörnyű dolgot cselekedett *Kirké*, midőn embereket állatokká változtatott? Erre a kérdésre felel *Gryllosz*, az átváltoztatottak egyike *Plutarkhosznak* a *Miként használják a néma állatok az értelmüket?* (*Bruta*

animalia ratione uti) című satirikus hangvételű művében. A történet kezdetén — akárcsak a homéroszi műben — *Odysszeusz* kéri *Kirkét*, hogy oldja fel társait a varázslat alól, s térhessenek együtt vissza hazájukba. *Kirké* nem utasítja el eleve a kérést, ám felveti: kérdezze meg a hős őket magukat, valóban újra emberek szeretnének-e lenni? Próbaképpen tehát *Kirké* az egyiknek, *Gryllosznak* visszaadja beszélőképességét. *Gryllosz* gúnyolódik *Odysszeusszal*, mert ő egyáltalán nem akar újra emberré válni, mert szerinte az állatok jobbak az embereknél.

„És hát melyik az az erény, amelyre képesek az állatok?” — kérdi barátját *Odysszeusz*. . . *Gryllosz* megfordítja a kérdést, egyetlen olyan erény sincsen, amelyre az állatok ne volnának képesebbek a legbölcsebb embereknél. Az állatok természetüktől fogva, nem pedig mesterséges fejlesztés által bátrabbak, mint az emberek. Nem engedik, hogy legyőzzék őket, nem ismerik a szolgaságot. Van-e bátrabb és erősebb ember az oroszlánál? Ezek gyorsabbak a szélnél, s gyönyörű alakjuk az istenekéhez hasonló. De ha azt gondolod — mondja *Gryllosz* barátjának —, hogy az emberek közt bátrabbak és vitézebbek akadnak az állatoknál, akkor a költők miért nevezik az ellenséggel bátran harcolókat oroszlánszívűeknek vagy dühödt farkasoknak — veti fel *Gryllosz*. *Odysszeust* gúnyosan megdicséri *Gryllosz* ékesszólását, s megkérdezi, van-e az állatokban mértékletesség (*szóphroszyné*)? *Gryllosz* erre is alapos és találó feleletet ad, szellemesen hangsúlyozva, hogy *Pénélopének*, *Odysszeusz* feleségének különleges önmegtartóztatása természetes dolog a varjaknál (5. fejezet). De egyébként is sokkal erkölcsösebbek az állatok az embereknél, nem ismerik sem a fös vénységet, sem a pazarlást. A nemi élet terén is messze felülmúlják mértékletességben az állatok az embereket, nincsenek túl-hajtott vágyaik, nem ismerik a szexuális élet természetellenes eltévelyedéseit (7. fejezet). De ivásban és evésben is sokkal mértéktelenebbek az emberek az állatoknál, mert az utóbbiaknál nem a gyönyörvágó (*hédoné*) szabja meg a vágyak kielégítését, hanem a természetes szükséglet, míg az emberek mindent megesznek, vérszomjukban felülmúlják a vadállatokat. Végül (9–10. fejezet) az állatok értelmi képességeiről (*phronészisz*) szól *Gryllosz*, dicsérve, hogy semmi haszontalant és fölöslegeset nem csinálnak. Azt mondják — folytatja —, hogy minden egyiptomi ért az orvosláshoz. Nos, az állatok nemcsak hogy önmagukat gyógyítják, de megkeresik a táplálékukat, védik önmagukat, küzdenek és vadásznak, egymásra találnak, sőt zenei képességük is van. Példákat hoz arra, hogy egyes állatok, mint a teknősök vagy a krétai kecskék, milyen gyógyfüveket

esznek, az előbbieket a viperamarást, az utóbbiak a nyilak okozta sebeket gyógyítják velük. Végül példákat hoz fel *Gryllosz* az állatok találékonyságára, emlékezőtehetségére. Amióta ezt az alakot öltöttem, fejezi be fejtegetéseit *Gryllosz*, módfelett csodálkozom a szofisták azon állításán, hogy az állatok közt csak az embernek van értelme és ítélőképessége. Majd *Odysszeusz* kérdésére a szamár és a juh értelmi képességét bizonyítja. A dialógus csonkán maradt ránk, ugyanis hiányzik *Gryllosz* válaszában teljes szövege, amellyel *Odysszeusz* utolsó kérdését, az állatok vallásosságának hiányát vitatja meg.

Plutarkhosz, mint három vizsgált műve mutatja, gazdag forrásanyaga ellenére is merőben új szemléletet képvisel a római császárkor világában, abban a világban, ahol az amfiteátrumok porondjain kíméletlenül és értelmetlenül kínozták az állatokat. Tudósunk tehát nemcsak az állatlélektan és az etológia „ókori *Konrad Lorenz*”, hanem az állatvédelem nemes szívű úttörője is. Műveinek olvasása közben *Raul H. Francé* egyik könyvének zárógondolata jut eszünkbe: „Aki lelki tulajdonává tette könyvem elgondolásait, azzal kezdet szoríthatok. Mi nem fogunk többé részt venni az állat meggyalázásában...”

3. Állatok különös viselkedése. Ailianosz (Aelianus)

Az állattan „etológiai” jellegű irányzatát képviseli a 2–3. század fordulóján a praenestei születésű *Claudius Aelianus* is, aki – bár anyanyelve a latin volt – műveit kitűnő görögséggel írta. Főműve, *Az állatok tulajdonságairól* (*Peri zóón idiotétosz* = *De natura animalium*) – nagyarányú kompiláció. A szerző, aki maga írja, hogy sohasem ült hajón, művében távoli földrészek tájaira vezeti olvasóit. Libya, Egyiptom, Aithiopia, India, Taprobané (Ceylon – Sri Lanka) élővilága elevenedik meg színesen előadott történeteiben. Ezekben a történetekben – akárcsak *Plutarkhosz* – ő is szembefordul a sztoikusoknak azzal a nézetével, hogy az állatoknak nincsen önálló értelmük, emlékezőtehetségük, hanem „a világlelek gondolkozik helyettük”.

Aelianus (*Ailianosz*) említett műve XVII könyvre oszlik, ezen belül a többé-kevésbé rövid fejezetek főként egy-egy állatfaj viselkedését tárgyalják. Az ezernyi történet nem követ rendszertani sorrendet, bár pontosabb olvasással a látszólagos összevisszaságban helyenként némi rend-

szer is felfedezhető, ez azonban ritkán felel meg az állatrendszertan akkor használt csoportjainak, sokkal inkább életföldrajzi jellegű, pl. a XVI. könyv első része (2–6., 8–21. fejezetek) mind India állataival foglalkozik.

Honnan merítette zoológiai ismereteit *Aelianus*? Bizonyos, hogy rendkívül sokat olvasott, néha ugyan nem az eredeti művet használta, hanem — mint Arisztotelész-idézetei mutatják — valószínűleg csak azok kivonatait. Mindazonáltal az elveszett antik zoológiai szakirodalom rekonstruálása szempontjából nagy fontosságú *Aelianus* szóban forgó munkája. Ami a klasszikus görög szerzőket illeti, különösen figyelemre méltó, hogy többször idézi az antik atomelmélet i. e. 5. századi klasszikusának, az abderai *Démokritos*znak állattani nézeteit. Az idézetekből következtethetőleg az abderai bölcsele korában úttörőnek számító munkát írhatott az állatélettanról, melyben részletesen foglalkozott az ontogenezis kérdésével, így pl. azzal a problémával, hogy a klimatikus viszonyok miként befolyásolják a magzat kihordásának idejét (XII 16), vagy milyen tényezők következtében fejlődnek ki egyes állatok sajátos szervei, pl. a szarvak (XII 17–20). India állatvilágára vonatkozó adatait valószínűleg *Megaszthenész* elveszett művéből vette. A római kori szerzők elveszett műveit illetően fontosak a már említett mauretániai tudós és uralkodó *II. Iuba* munkájából, továbbá a myndoszi *Alexandrosz* állattani könyveiből vett idézetek. Az irodalmi hatásokon kívül egyesek azt is feltételezik, hogy *Aelianus*ra a híres praenestei Nílus-mozaik is hatással volt, amelyen e vidék jellegzetes állatai gyakran név szerint megnevezve láthatók.

Az állattörténetek között talán a legnevezetesebb *Androklész* és az oroszlán története (VII 48) — e téma *Bernard Shaw*-t is megihlette —, továbbá *Arion* és a delfin története (XII 45). Az előző az állatok emlékezőtehetségét bizonyítja, ti. az oroszlán felismerte az amfiteátrumban azt a rabszolgát, aki sebét meggyógyította, s akivel három évig a barlangját megosztotta. Ezért az oroszlán nem bántotta jótevőjét, sőt: „farkát csóválta, egész testével hozzásimult, és lábaihoz vetette magát... Olyan látszata volt ennek az egésznek, mintha valami boszorkányság volna a dologban, tehát még egy párducot is ráeresztettek a rabszolgára, de amint az épp rárohant *Androklész*re, az oroszlán hálából egykori orvosa és asztaltársa iránt, segítségére sietett, és szét tépte a párducot... ”(*Révay József* fordítása) *Arion* viszont lantjának gyönyörű játékaival szelídítette meg a delfint, aki hagyta, hogy a lantos a hátára üljön. E történet szerzőnk szerint a delfin zenei érzékenységét bizonyítja.

Aelianus említett műve igen gazdag anyagot dolgoz fel, sok-sok állat szerepel benne: 80 emlős, 120 madár, 32 hüllő és kétéltű, több mint 100 hal, közel félszáz ízeltlábú és 5 alsóbbrendű tengeri állat mellett még mintegy 100, jórészt egzotikus növényt is említ szerzőnk. A halak életéből vett példák közül egyet, a magyar olvasó számára minden bizonnyal a legérdekesebbet ragadtuk ki: *Aelianus* azt írja, hogy az Al-Dunán (Isztrosz) télen jég alól fogják ki a vizát (*antakaiosz* = *Acipenser huso* L.). A dunai vízfogás emlékét még Pesten is őrzi a Dagály fürdő közelében levő ún. „Vízafogó”.

Részben hasonló jellegű ehhez a művéhez *Ailianosz* (vagy *Aelianus*) másik műve is, a *Tarka történetek*, melyben 15 történet szerepel.

C) A vadászat zoológiája

„A vadászat ... összetett és bonyolult fogalom, melynek körét mégis egy-egy névvel foglaljuk egybe. Mert sokféle faja van a víziállatokra, nemkülönben a madarakra való vadászatnak, de még tarkább terület a szárazföldi vadászat...” imígyen kezdi *Platón* az i. e. 5. században *A Törvények* című művében a vadászatról szóló fejtegetéseket (VII 823. *Kövendi Dénes* fordítása).

A vadászat ágai

A vadászat három fő területe közül a harmadikról, a kutyákkal való szárazföldi vadászatról már fentebb említettük *Xenophón* nagy hatású művét. Sajnos a vízben és a levegőben élő állatok „vadászatával”, vagyis a halászáttal és a madarászattal kapcsolatos korai görög irodalom elveszett, jöllehet *Arisztophanész* híres vígjátéka, a *Madarak* (*Hoi Ornithoi*) számos madárfajt említ, ezt a munkát mégse sorolhatjuk ide. Nagy veszteség, hogy a hellenisztikus ichthyológiai és ornitológiai művek is megsemmisültek, mint említettük, csak *Athénaios* *Deipnosophisztai* című alkotásából van tudomásunk pl. *Dórión* halakról szóló munkájáról vagy *Kallimakhosz*nak a madarakról írott könyvéről. *Kallimakhosz* feltehetőleg azonos az alexandriai könyvtár *II. Ptolemaiosz Philadelphosz* idején élt híres könyvtárosaival, a jeles költővel.

A három vadászati ággal — *Halieutika*, *Ornithiaka*, illetőleg *Kynégétika* — kapcsolatos művek tehát elsősorban a római korból, közelebbről a császárság idejéből maradtak ránk, s legnagyobb részük tanköltemény.

a) Halieutika – Piscatoria

1. Ovidius

Kap törvényt a világ: mindennek fegyvert adjon
s rá kitanítsa: már fenyegetni képes a borjú
bár gyengécske a homloka még, s ki se nőtt a szarva;
elfut a dāmivad, ám erejével küzd az oroszlán,
s eb a fogával, a skorpió meg szúrva farokkal,
s szárnycsapással röppen odébb, a könnyű madárka.
Kapta az ösztönt: félje halálát s ellenét is,
ám ismerje a fegyverét s használja bátran...

(Udvardy Ágnes fordítása)

A Fekete-tenger sötéten háborgó hullámoktól vert partjain a Lét nagy problémáin tűnődve, így kezdi a halakról, a halászatról szóló költeményét a száműzött *Ovidius*. *Augustus* haragja üzte őt i. sz. 8-ban a Pontus Euxinus partján levő Tomi (ma Constanza) barbárai közé, itt is érte utol a halál i. sz. 18-19-ben. A *Halieutika* bizonyára utolsó műve.

A mű első része az idézett általános bevezetés (1–6. verssor) után levonja a tanulságot: minden élő félve menekül az ismeretlen halál elől: mindegyiknek van ellensége, de erőt és módot is nyert mindegyik a védekezésre (7–9. sor). Hogyan védekeznek a különféle lények, erről szól a költemény első része (9–92 verssor). A sort a tengeriekkel kezdi: a papagájhal (*Scarus*), majd különféle más halak és polipfélék következnek. Ezután a szárazföldiekről esik szó: először a legerősebbekről, az oroszlán, a medve, a vadkan harcairól, majd olyan állatok következnek, amelyek nem erejükkel, hanem gyors futásukkal védekeznek az ellenséggel szemben: így a nyulak, a dāmivadak. Különösen meleg szavakkal szól költőnk a lovakról, majd a kutyák dicséretét zengi, külön kiemeli a vadászkutyák találékonyságát, ügyességét.

A szárazföldi és a tengeri állatokról szóló rész közé rövid fejtegetés illeszkedik a tenger különböző „élethelyeiről” (83–92. verssor).

A tulajdonképpeni *Halieutika* a költemény második része: a magá nemében páratlan a latin nyelvű tudományos jellegű irodalomban, jól lehet egyes megállapításait a modern kutatás kritikával illeti. Ebben a részben ugyanis útmutatást ad szerzőnk arról, hogy egyes halak milyen élőhelyen találhatók.

Miután *Ovidius* röviden megindokolta felosztásának módszerét (93–95. verssorok), 5 csoportra osztja a tengeri élőlényeket aszerint, hogy milyen környezetben találhatók. A nyílttengeri halak után a sziklás fenéken élők következnek, majd a homokos, fűvel (algával) borított területek halairól ír, ezután az iszapban élőkről hallunk, legvégül (134. verssor) a „*peregrinis acipenser nobilis undis*” említésével zárul a költemény, tehát egy olyan halat is említ, amely nem tartózkodik állandóan a tengerben. Egyesek ezt a közönséggel tokkal (*Acipenser sturio*) azonosították, sokkal valószínűbb azonban, hogy a tokfélék legnagyobb fajáról, a vizáról van szó, amely a Fekete-tengerből valamikor a Dunába is elvándorolt, s a magyar vizeket is szerette. Összesen közel félszáz tengeri állat szerepel *Ovidius* művében, jelentős részüknek néhány szavas jellemzését is adja, úgyhogy a legtöbb faj, mintegy 45 hal és 3 lábasfejű (*Cephalopoda*) faj szerepel ebben a tankölteményben, amely ránk maradt alakjában csónakának hat – talán a költő halálával szakadt félbe a költemény.

2. A 2. század: Apuleius és a kilikiai Oppianosz

„Egyébként hadd tudja meg *Aemilianus*, ha már annyira törődik magánügyeimmel, miért ismerem a halok fajainak java részét, és miért szeretném, ha a többi sem maradna ismeretlen számomra... Hadd olvassa el a régi filozófusok műveit, hogy megtudja végre, nem én vagyok az első, aki ezeket kutatom, hanem ezt tették már rég az elődeim is, hogy csak *Arisztotelészt* és *Theophrasztoszt*, *Eudemoszt* és *Lykónt*, meg *Platón* többi tanítványait említsem, akik temérdek könyvet hagytak ránk az állatok leszármazásáról, életmódjáról, testük felépítéséről és sokféleségükről. Milyen szerencse, hogy előtted tárgyalják az ügyemet, *Maximus*, mert nagy műveltségű ember vagy, és bizonyára olvastad *Arisztotelész* sok könyvét az állatok eredetéről, az állatok anatómiájáról meg az állatoknak életmódjáról, azonkívül ugyanennek a tudósnak és iskolája tanítványainak akárhány értekezését, amelyekben egész sor hasonló kérdést fejtegetnek. Márpedig ha nekik dicsőséget és megbecsülést szerzett, hogy

annyi gonddal felkutatták és megírták ezeket, miért kellene nekünk szégyenkeznünk, hogy hasonló kutatásokat folytatunk, főként ha módszeresebben és rövidebbre fogva, görögül és latinul igyekszem ezeket megírni, ha pótlom, ami kimaradt belőlük, és kijavítom, amit eltévesztettek.” Így érvelt 158-ban az észak-afrikai Sabrathaban a bíróság előtt a madaurai *Lucius Apuleius*, midőn ellenfele azzal vádolta, hogy gonosz varázslat céljából vásárolt halakat. A *mágiáról szóló beszéd* (*Oratio de magia*, magyarra fordította *Détshy Mihály*) kapcsán felolvasták *Apuleius* halakról szóló értekezésének néhány részletét. Mi volt a madaurai író és tudós ichthyológiai tárgyú értekezésének közelebbi témája, azt is megtudjuk az említett beszédből. Arról írt „hogy mely fajok szaporodnak nemzés útján, és melyek keletkeznek az iszapból, arról, hogy egyes fajoknál a nőstények évente hányszor termékenyülnek meg és melyik évszakban, mikor ívnak a hímek, milyen testrészekkel, és hogyan különböztette meg a természet az eleveneket szülő halakat a tojásrakóktól (latinul *vivipari* és *ovipari* elnevezéssel fejeztem¹ ki azt — írja tovább *Apuleius* —, amit a görögök *zóotoka* és *óotoka* nevekkel jelölnek), továbbá arról... hogy mi jellemzi az egyes fajokat, mivel táplálkoznak, milyen testrészeik vannak, mennyi ideig élnek, és még sok egyébről, ami természettudományi szempontból fontos...” (*Apol.* 38. *Détshy Mihály* fordítása). Tudománytörténetileg rendkívül fontos, hogy a következőkben *Apuleius* hangsúlyozza: „...a rómainál mostanáig nem használatos, sőt tudomásom szerint mindeddig nem ismert kifejezésekkel adtam elő őket, mert ezeket az elnevezéseket én magam alkottam sok fáradsággal, és azon igyekeztem, hogy bár görög nyelvből ültettem át őket, mégis latinos csengésük és veretük legyen”.

„Felsorolom most sorra a tengeri lények uszonnyal úszó törzseit és Amphitríté vizi népét néked, legmagasabb úr, föld ura, Antónínus, mondom a tengeri ár valamennyi lakója nevét, és azt, hogy merre lakik, hogyan él, születik, ki a párja lent a vizek mélyén; szeretetre, haragra ha lobban hogy teszi, és a halászok fortélyát, meg az eszközt, hogy mit gondoltak ki a rejtélyes halak ellen. Átkel az ember már a veszélyes tengerek árján bátor szívvel, jól kifigyelve a víz sose látszó titkait, és ravaszul felméri a tengeri síkot isteni hősként.”

Így kezdi a kisázsiai Kilikia (Cilicia) tartományból származó *Oppianosz* a *Halászsátról* (*Halieutikón*) című költeményét (I 1 – 12. *Németh György* fordítása), amelyben öt könyvön át több mint három és fél ezer sorban mutatja be a vizekben nyüzsgő lények világát császárának, *Marcus Aurelius Antoninus*nak tiszteletére. A legterjedelmesebb az I. könyv, mely a háromféle vadászat (szárazföldi, vízi és levegőben történő) után a legkedveltebb tengeri állat, a delfin bemutatásával kezdődik; majd a különféle halak élőhelyéről, a „habitat”-ról esik szó (I 98 – 445). Ezt követően a párosodásukról beszél, külön kiemelve a delfint:

„Párosodáskor a delfin az emberi fajra hasonlít,
éppen olyan hímveszőt hord, mint bármelyik ember,”

(I 580—581. *Németh György* fordítása.)

Oppianosz tehát jól tudta, hogy halformája ellenére is a delfin inkább a négylábú gerincesekkel, a kétlábú emberrel rokon, és nem a látszólag hasonló halakkal. Később is kitér erre a különleges és oly vonzó tengeri állatra:

„Minden tengeri lény, valahány eleven fiakat szül
lent a vizek mélyén, szereti s táplálja utódját.
Ámde a delfinnél nincs isteneinkre hasonlóbb
nép: egykor maguk is mind emberi módra a földön
laktak a földilakók közt, ám Dionyszosz elérte
azt, hogy a szárazföldet tengeri térre cserélték,
s halszerűek lettek. Lelkükben azonban az ember
gondolatát őrzik, s vele őrzik az emberi tettet.
Két ivadék bukkan ki a fényre ha ellik a nőtény.
Megszületésük után az iker-fiak úsznak az anyjuk
oldala mellett és ugrálnak a vízben. A száján
át a fogak közibe csusszannak, s bent lepihennek,
ő meg túri örömmel. A gyermekeiket körülússza
büszkén és kitörő jókedvvel játszik a vízben.
Mellét nyújtja nekik, mindkettőjüknek egy-egy jut,
édes tejjel ekképp szoptat, mert egykor az isten
asszonyi mellekkel s anyatejjel látta el őt is.
Egy darabig dajkálja utódait óva, vigyázva,

ám amikor megnőnek, erőtől duzzad az izmuk,
felkerekednek az anyjuk után, cserkészve tanulják
azt, hogy a fürge halat hogyan űzzék, mint a vadászok.
Mégsem hagyja el őket az anyjuk, amíg a fiaknak
minden tagja kifejlik az érett test erejével,
s mindaddig felügyel rájuk, szorosan velük úszva.”

(I 646 – 649. Németh György fordítása.)

A II. könyvben részletes, színes leírást ad a csillagnéző halról (*Uranoscopus scaber L.*):

„Most meg a csillagnéző halról szólok, az összes
tenger-szülte fajok leglustább, bamba haláról.
Fölfele gúvad a két szeme jó magasán, koponyáján
két szeme közt tátog sóváran a szája is egyre.
Hűs homok-ágyában heverészik egész nap aludván,
éjszaka serken csak föl, azért, hogy szerte bolyongjon,
épp emiatt hívják denevérnek is. Ámde a végzet
sújtja a gyomráért keserűen, mert sosem érzi
mértékét, csömörét a falásnak. Végtelen, izzó
örjögő éhét táplálja a gyomra veszetten.
Nem pihen, úgy fal amíg táplálék van közelében,
és a hasát addig tömi, hogy kirepedve kibuggyan,
s ő maga fölfordul. Vagy uszonytól fürge halaknak
szolgál prédául, mikor elnehezült az evéstől.
Elmondom neked azt, hogy a gyomra milyen feneketlen:
hogya a fogságban kínálja az ember, az étkét
kézzel nyújtja felé, elkapja befalja egészen,
s míg csak a szájáig tele lesz, habzsolja az ételt.”

(II 199 – 216. Németh György fordítása.)

A megfigyelés pontosságát a modern kutatás is igazolja: *Schmidtlein*, aki a nápolyi akváriumban figyelte meg az érdekes csillagnéző hal életmódját, azt állítja, hogy a frissen kifogott csillagnéző halnak, amikor a medencébe behelyezik, valóban az az első teendője, hogy annyira beássa magát a homokba, hogy csak a szeme és a szája marad kívül.

A II. könyvben egyébként nemcsak halakról, no meg a delfinről esik szó, hanem a tengeri sünről, polipokról, sőt ami különösen figyelemre méltó, még a halparazitákról (II 501–532) is olvashatunk. A III. könyv gyakorlati halászati útmutatások után folytatja a különböző halak életének leírását, különösen részletesen szól a makréláról és a tonhalról. A IV. könyvben a különféle halak társaságában a lábasfejűekről, a polipokról és rokonaikról is beszámol tudós költőnk. Az utolsó (V.) könyvben a tengeri szörnyek után a cetek vadászatáról ír *Oppianosz* (109. – 357.).

3. A Mosel halai. Ausonius

Az ókori világ válsága idején a keleti tartományok mellett a nyugati provinciák központjai is átveszik Róma irányító szerepét. A *Diocletianus* alatt négy részre osztott birodalom egyik központja a Mosel melletti Trier (*Augusta Trevirorum*) lett. Érthető, hogy egy késő antik tudós költő számára ez a város és folyója méltó témául szolgált dicsőítő költemény írására. A burdigalai (bordeaux-i) születésű *Ausonius* (310–382), akinek atyja *I. Valentinianus* császár (364–375) udvari orvosa, ő maga pedig a császár fiának, a későbbi császárnak, *Gratianusnak* (367–383) nevelője volt, így választotta költeménye, a *Mosella* tárgyául ezt a Rajnába ömlő folyót, ennek táját és élővilágát. Bár e költemény nem *Halieutika*, mégis – mint az alábbi szemelvény is igazolja – szerzője a Mosel halainak bemutatásában nyilván *Ovidiust* vagy a kilikiai *Oppianoszt* követte:

„Most téged dicsőítlek nagy vízi állat:
Harcsa, akit folyó delfinjének vélnének:
Hátad, mintha Actaeonnak olajával kenve
Vonszolod órjás testednek tömegét a vízen,
Vagy a sekélybe vagy hinarasba bújsz menedékbe.
Ám a folyóban csendesen úszván és nyugodtan:
Partjai zöldje, kék halaknak nagy sokasága,
Még a folyamnak habjai, ők is megcsodálnak:
Zúg a hullám és a mederből forrva kiárad.”

(*Mosella* 135–143. *Udvardy Ágnes* fordítása.)

Ez a hatalmas hal azonban, mint a továbbiakból kiderül, mégsem félelmetes, szerzőnk „*mitis balena Mosellae*” – a „Mosel szelíd bálnája” névvel is illeti (148. verssor).

Ausonius költeményére még hazánk halainak legrégebbi kutatói is hivatkoztak, így *Fernando Marsigli*, majd *Bél Mátyás*, utóbbi a *Tractatus de re rustica Hungarorum* című, 1730–1740 közt írt művében pl. a pisztrángról szólva idézi.

[b) Kynégetika

1. Kezdetek Rómában. Grattius és Arrianosz

A Kynégetika-irodalom végigkíséri a császárkort. Az első kynégetikai mű még a *Julius-Claudius* dinasztia idején íródott, és *Grattius*nak, *Ovidius* barátjának alkotása, mely sajnos csonkán maradt ránk: az 541 ismert sorból a zoológiai ismeretek története szempontjából a legérdekesebb a költemény középső része (150–336 verssor), amely a vadász hűséges társával, a kutyával foglalkozik. Jellemzi a különböző kutyafajtákat, foglalkozik betegségeikkel, gondozásukkal. Különösen dicséri költőnk a molosszust, a hyrkániai és a galliai kutyákat. Az utóbbi, a hatalmas testű, borzas szőrű galliai kutya, a köztársaság idején honosodhatott meg Rómában. *Flaviosz Arrianosz* vadászati munkájában („*Kynégetikosz*”) a fő téma szintén ezzel a kutyafajjal, a *vertragusszal* való vadászat.

A másik jeles galliai kutyafajta – amelynek a vadászatban betöltött szerepét *Arrianosz* hangsúlyozza – a rómaiak által „*canis segusius*” néven emlegetett fajta, mely főként nyúl vadászatkor volt segítő társuk. *Grattius* és *Arrianosz* egyaránt *Xenophón* fentebb említett művének szellemében írtak, a görög író még *Alexandrosz* indiai hadjáratairól szóló munkáiban is az ő nyomdokain haladt. Az *Indiké* számos zoológiai és botanikai vonatkozásai közt a vadászati állattan szempontjából különös figyelmet érdemel az indiai elefánt vadászatáról szóló rész (*Indiké* XIV). Mint érdekességet megemlítjük, hogy *Arrianosz* az indiai elefánt megszelídítéséről is ír, mondván, hogy saját szemével látott (bizonyára a római amfiteátrumban) ütőhangszeren játszó (*kymbalizontai*), továbbá táncoló elefántokat.

2. Az apameiai Oppianosz

A legjelentősebb *Kynégetika* írója az apameiai *Oppianosz*, aki művét *Caracalla* császár szíriai tartózkodása tiszteletére írta 216 táján.

A négyrészes költemény — az előzőhöz hasonlóan, azt mintegy kiegészítve — a szárazföldi, a kutyák segítségével vadászható állatokkal foglalkozik, s különféle vadászati módszerekről tájékoztat. Stílusa, bár színes és szemléletes, mégis dagályosabb, mint az előzőé.

Szerzőnk is, akárcsak *Platón*, hangsúlyozza, hogy a vadászatnak három faja van: légi, földi és „tengeri”, s röviden jellemzi mindegyiket, összevetvén a különböző vadászatok legjellegzetesebb állatait (*Kyn.* I 47–80). Az I., mintegy félezer soros könyvben a vadász legfőbb segítőtársaival, a lóval és a kutyával, illetve ezeknek különféle fajtáival ismerkedünk meg (I 138–538). 15 lófajtát sorol fel, de csak a legjelentősebbeket írja le részletesebben. Megtudjuk, hogy az egész földkerekségen az Etna izzó lávafolyamainál, Szicíliában találjuk a leggyorsabb paripákat, de még rajtuk is tútesznek az Euphratesz árja mellett élő arméniai és parthiai lovak (I 271–277). Az utóbbiak oly gyorsak, akár a sasok a levegőben vagy a delfinek a vízben. Az ibér lovak gyorsaságát is kiemeli szerzőnk, ám ezeknek rossz testi és lelki tulajdonságaik is vannak. Igen dicséri a mór — ahogy ma mondanánk, arabs — lovak több fajtájának kitűnő sajátságait, különösen az erőteljes, hosszú testű libyaiakat (I 189–199). Utoljára a könnyű mozgású, szép „*Niszaioi*” lovak jó tulajdonságairól hallunk (I 311–315), majd az „*Oryx*”-ok két, foltos testű fajtáját dicséri, ezek — mondja — olyan gyorsak, akár a tigrisek (I 316–327).

A kutyákról szólva 20 fajtát említ, s arra is jó tanácsokat ad, hogy tenyésztés szempontjából milyen fajtákat kell egymással párosítani: így pl. a szarmata (a mi nagy testű pásztorkutyáinkhoz hasonló fajta) kant a hispániai szukával (I 397).

A II. könyvben a bikákról (*tauroi*), illetve a szarvasmarhákról olvashatunk a legtöbbet. Az általános jellemzésük kapcsán igen szemléletesen, színesen ír a szíriai költő a bikák küzdelméről:

„Egymást nézik először, a harcra feszülnek az izmok,
szörnyű harag remegése fut át a dühödt küzdőkön,
és tüzesen fújtatva kapálják lábbal a földet,
s mint az ökölvívók, porosak lesznek. De kihívás
harsan mindkét fél részéről, bög keserűen.

Fájdalmas viadalt jelez így kürtjével a kürtös.
Majd egymásra rohannak, előre merednek a szarvak,
vaktában szúrnak, míg eljön a vége a harcnak.”

(II 54–61. *Németh György* fordítása.)

Az általános jellemzés után a marhák különböző fajtaival ismertet meg költőnk, szó esik – többek közt – a nagy testű egyiptomiakról, a sárga, „mozgó szarvú” frégekről, a – szerinte – egyptájú (páratlanujjú patás!) foltos boitiaikról, továbbá az arméniaiakról, no meg a szíriaiakról [látjuk, hogy jó megfigyelés és pontatlan leírás: (pl. egyptájú!) mi-ként keverednek nála]. Külön foglalkozik az apameiai *Oppianosz* a hatalmas testű, szörnyű sörényű bizonokkal, amelyek Trákiában élnek. Ez a leírás fontos adat az európai bölény (*Bison europeus* L.) története szempontjából. Majd a szarvasok életével ismerkedünk meg (II 176–292). Színes szavakkal ecseteli szerzőnk a szarvasok legszebb ékességét:

„Fénylő csontkoronát viselő valamennyi vadállat
szarvánál ragyogóbbak az ágbogu szarvasagancsok.
Majd eljő az idő, mikor elhullatja a szarvas,
és árkot túrván belerejti a földbe a díszét,
hogy ne kerülhessen zsákmányként senki kezébe.
Ő maga, szégyellvén a csupaszságát, a vadonnak
sűrű csalitjában bújdos, hogy senki se lássa
pőrén büszke fejét, amivel tavaly égbe hasított.”

(II 209–216. *Németh György* fordítása.)

A III. könyvben jön szóba többek között az elefánt és a rinocérosz. Az utóbbinak csak hím példányairól tud szerzőnk, s ezért problémát jelent számára, miként szaporodhatnak ezek a hatalmas állatok: melyeket ő az oryxokkal hasonlít össze.

A nagy természetűek után különböző kisebb állatok kerülnek sorra: sajátos művészi fogással a testét farkával betakaró mókust a ragyogó tollaival ékes pávával állítja szembe, mint a csúnyaság és szépség ellentétét. Majd a különféle tüskés állatokról, a sünről (*Erinaceus europeus* L.), a tüskés egérről (*Acomys cahirinus* E. Geoff.) s végül három majomfajról s a föld alatti vak állatról, az *aspalax*-ról (*Spalax typhlus* L.) hallunk.

A III. könyv az oroszlánnal kezdődik s a nyúlal zárul. A tárgyalás tehát a nagy ragadozóktól indul el, és közben egy kis „etológiai” kitérőt tesz szerzőnk: az állatok ivadékgondozásának példáit sorolja fel (III 107–138). Visszatérve a ragadozókra, részletesen ír a medve külleméről és tulajdonságairól. Jó megfigyelés és költői túlzások keverednek ezekben:

„Vérszomjas faj a vadmedvéké, és leleményes
sűrű, barna bozont a ruhájuk, durva a szőrük,
rémületes képpel bámulnak, alakjuk ijesztő.
metsző, szörnyű foguk, feketéllő és hegyes orruk,
fürgé bokájuk, jó szemük és széles koponyájuk
van, kezük emberi kézre hasonlít, talpuk a lábra,
morgásuk szörnyű, eszük ármányos, vad a szívük,
és sokat áldoznak Kythereiának, de szokatlan
módon, mert éjjel-nappal vágy gyöttri a nőtény
medvéket. Maguk úzik a hímeket, és ha beérik
őket, a párosodás gyönyörét már abba se hagyják,
s akkor is így tesznek, ha tehertől duzzad a méhük.”

(III. 139–150. *Németh György* fordítása.)

A nagy ragadozók sorát a szélvészgyorsaságú tigris zárja le (III 340–363), közben azonban az *onagro*sról, a szíriai, arabiai puszták azóta jó-részt kipusztult vadszamaráról, továbbá az aithiopiai *hippargos*ról tudunk meg érdekes dolgokat: ez utóbbi talán a nilgau antilop (*Bos elaphus tragocamelus* L.). A vaddisznó után egy nagyon különös állat következik, melynek külseje nagyon ijesztő, s az állat maga fölöttébb veszedelmes. Ha üldözik, szélsebesen menekül, de azért bátran védekezik, mert halált hozó tüskéit egyenesen ellenségeire lövi. Ezért a vadásznak nem szabad ráeresztenie a kutyát, hanem csellel kell elfognia (III 391–406). *Oppianos*znak ezeket a megállapításait a tarajos sülről (*Hystrix cristata* L.) már *Brehm* és első magyar fordítója, *Méhely Lajos* is idézi. Felhívják a figyelmet, hogy már *Plinius* is megírta, hogy ez az állat bőrén-nek megfeszítésével elhányhatja a tüskéit, ám a modern szerzők szerint ez mesébe illő.

Az ichneumon és a krokodilus párharcának történetét ő is leírja: *Gaál István* a természettudós koholmányokról szóló könyvében – *Amit rosszul tudunk* (ahol *Miskolczi Gáspár*unknak hasonló leírását is idézi) –

megjegyzí: „máig is rejtély, hogy a krokodilus torkába ugró és belsejét szétmarcangoló egyiptomi vidra, azaz közönséges ichneumon meséjének mi lehetett az alapja”. Nem mese viszont az ichneumon és az áspiskígyó küzdelme, melyről szintén ír az apameiai tudós költő. A III. könyv végén többek közt még két egzotikus állattal ismerkedhetünk meg, a *kamelopardisszal* – vagyis a zsiráffal (III 461 – 481), továbbá a *struthokamelósszal*, vagyis a struccmadárral.

Az apameiai költő tarka, mindvégig érdekes, a komoly megfigyeléseket itt-ott meseszerű történetekkel színező költeményének utolsó része (IV. könyv) már nem annyira természettudományi szempontból érdekes, sokkal inkább a vadászattörténészek számára nyújt gazdag anyagot, Ebben ugyais a különböző vadak elejtésének módjairól, a szükséges eszközökről tájékoztat a szíriai *Oppianosz*.

3. Késő antik kynégetika

„Vadra vadászni kutyával, ezernyi utat bebolyongva . . .”

A 3. század végén, a birodalom válságos éveiben *Aurelius Olympius Nemesianus* ily szavakkal vezeti be azt a 325 soros vadászati tankölteményét (*Cynegetica*), amelyet az illír származású katonacászárnak, *Carus* császár fiának, *Carinus*nak (uralkodott 282–285) ajánl. A valószínűleg karthágói származású tudós költő műve hosszú, mitológiai képekkel színezett bevezetője (1–102. sorok) után több mint kétszáz sorban (103–238.) a különféle kutyafajtákkal és tulajdonságaikkal ismertet meg, jó tanácsokat adván császárának, hogy melyeket válassza ki a vadászathoz, s miként nevelje őket. A nagy testű lakedaimoni és molosszus fajták nyitják meg a sort, rámutatván a tenyésztésükkel kapcsolatos problémákra; pl. az öregedés, a terméketlenné válás jeleire. Majd a britanniai s a pannóniai kutyafajtáról esik szó. Sajnos az utóbbiról nem ad részletes leírást, de az összefüggésekből következtetve nagy testű vadászkutya lehetett (nemrég *Matolcsy János* nagyméretű kutya-koponyákat írt le a fenékpusztai késő római anyagból: Pannónia A–B-nek nevezve típusaikat). Az általa emlegetett libyai fajtát valószínűleg a rendkívül gyors, hosszú testű, hosszú fülű észak-afrikai vadászkutyával, a sloughival azonosíthatjuk, melynek ábrázolásai e terület római mozaikjain igen gyakoriak. Érthető, hogy szerzőnk, a szíriai *Oppianosztól*

eltérően, elsősorban az afrikai kutyákat ismerte, nem pedig a keletieket, mint az apameiai tudós költő. *Nemesianus*, akárcsak az 1. századi *Grattius*, a kutyák nevelésének, táplálásának, ápolásának kérdéseire is gondot fordít.

A *cura canumot* nála is, akárcsak az apameiai *Oppianos*nál, a vadászatnál oly fontos lovakkal való gondoskodás: *cultus equorum* követi (238–298. sorok). Magától értetődő, hogy a görög és etruszk lovak mellett különös dicséret illeti azokat, amelyek *Marusia tellus* szülöttei, vagyis az afrikai mór lovakat, továbbá a „*Mazax*”, vagyis a kisázsiai kappadókiai (lat.: *Cappadocia*) lovakat.

A 4. századból maradt ránk a szicíliai Piazza Armerina-i római villából a legnagyobb római vadászati tárgyú mozaik, melynek ábrázolásai nemcsak a vadászat története szempontjából jelentősek, hanem a késő ókor zoológiai ismereteire is fényt vetnek. A nagy vadászati mozaik központi témája tulajdonképpen nem is maga a vadak elejtése, hanem különböző, főként egzotikus állatok behajózása. A mozaik készítője észak-afrikai római mester lehetett: a behajózásra kerülő állatok az afrikai – ma már jórészt csak az egyenlítőnél délre található afrotrópusi – területeken élő nagyvadak: elefánt, teve, orrszarvú, dorkász gazella, kardszarvú antilop, strucc. Feltűnő, hogy egy európai bölény (*Bison bonasus* L.) befogását is láthatjuk, sőt egy szelídített tigrist is terelnek a hajóra. A főtémához kapcsolódva néhány afrikai nagyvad zsákmányszerzését is megörökíti: kitűnő realizmussal ábrázolja a művész egy oryx antilop vergődését a ráugró párduc alatt vagy pl. egy afrikai vadszamár (*Equus asinus somalicus*) haláltusáját, melyet egy hatalmas hím oroszlán terített le. A vadászati jelenetek közt a vadkan vadászatát s az elejtett állattal a hajó irányába haladó szolgák jelenetét látva a késő antik költő, *Rutilus Claudius Namatianus* 417-ben írott verses útleírásának sorai kíváncsoznak párhuzamként:

„Míg a hajó állt, a szomszéd erdőbe menénk ki,
Kedvünk jött mozgást tenni vadászva vadat.
Gazdánk készíté a vadászfegyvert s a kutyákat,
Mellyek a fekhelyeket fellelik a szag után.
Lesből megfogatik kivetett háló csele által
Rettentő agyará kan, s el is ejti gerely,
Tán Méléáger félt volna elébe kiállni,

Herkuleses bogot eltépne az ilyen ágyar.
Majd megharsant a kürt, követik visszhanggal a halmok,
S könnyű a zsákmányt vinni dalolva haza.”

(*Itinerarium*. I 621 – 630. *Fábián G.* fordítása, 1874.)

c) Ixeutika

A bizánci tudóslexikon „*Oppianosz*” címszava szerint szerzőnk (a lexikon az apameiai és a kilikiai közt nem tesz különbséget) a vadászat harmadik módjáról, a levegőben valóról is írt könyvet, ugyanis a jegyzékben egy *Ixeutika* (*Madarászat*) című két könyvből álló munka is szerepel. Más bizánci életrajzírók is hasonló véleményen vannak. Egyéb források viszont a philadelphiai *Dionysziosznak* tulajdonítanak egy madártani munkát (*Ornithiaka*). Sajnos, ilyen munka eredetiben nem maradt ránk, viszont egy 6. század elején írott és szép madárképekkel ékesített kódexből (Co. Vindob. med. gr. 1.) ismerünk egy magyarázatot, amelyet egy madarászati munkához írtak, melynek *Dionysziosz* volt a szerzője (*Paraphraszisz tón tou Dionysziou Ixeutikón*).

Sajnos, az sem ismeretes, hogy ki írta ezt a prózai magyarázatot, s mikor élt: ajánlása egy, az összes földek és vizek fölött „az Isten” kegyelméből uralkodónak szól. Az egy személyben említett istenség arra látszik utalni, hogy a magyarázat már a keresztény korban, talán a 4. század végén vagy az 5. században keletkezett. Rokonsági sorrendben közel 80 madárfajt sorol fel a parafrázis (a *Kynégetikában* csupán félszáz négylábú szerepelt!), melyet egyesek szerint ugyanaz az *Eutekniosz* írt, akinek a hellenisztikus tudós költő *Nikandrosz* két farmakozoológiai művéhez (*Thériaka* és *Alexipharmaka*) írott magyarázata is ránk maradt.

A három részből álló parafrázis nem ad leírást az egyes madárfajokról, hanem az a célja, hogy etológiájukat és vadászatuk módjait közölje: az I. könyv — az eredeti munkának megfelelően *Zeusz* madarával, a sassal kezdi, a különböző ragadozókkal folytatja, s a végén a mesés, a meghaló és újjászülető indiai főnixszel fejezi be. A II. könyv a „kételtű” azaz a vízben is élő, illetve a vízparton fészkelő madarakról szól: ezek a sirályok és rokonaik, a pelikánok, a különböző gázlómadarak stb. A sort a hattyú zárja le. Az I–II. könyvvel szemben, amely a madarak szokásairól szól, a III. könyv tárgya a madarászat módjai és technikái.

D) Az agricultura tudománya

1. Cato és Varro

A római világ gazdasági-társadalmi fejlődését, a tudománnyal szemben támasztott igényét, a gyakorlatiasság követelményét figyelembe véve magától értetődik, hogy a latin nyelvű természettudományos irodalom legegényibb, legjelentősebb alkotásai az agrártudomány körébe tartoznak. Az agrártudományos szakirodalom történetének első összefoglalója *M. Terentius Varro*, akinek munkásságáról – más vonatkozásban – már esett szó; ő mintegy félszáz görög tudós nevét említi, köztük *Arisztotelészt* és *Theophrasztoszt*, sajnos túlnyomó többségüktől egyetlen sor se maradt ránk. A próza mellett – olvashatjuk *Varrónál* (*De agricultura* = *A mezőgazdaságról*, I 1 9) – „ugyanezeket a dolgokat egyesek versben is megírták, mint az aszkrai *Hésziodosz*, az epheszoszi *Menekratész*”. Majd kiemeli, hogy hírnévben mindezeket felülmúlta a karthágói *Mago*, aki a sokrétű témát pun nyelven foglalta össze 28 könyvben; ezeket *Cassius Dionysius* lefordította, és a görög változatot elküldte *Sextilius praetornak*; e könyvekbe azoknak a görög nyelvű műveiből, akiket felsoroltam, beledolgozott nem is keveset, és *Magótól* is kivonatolt 8 könyvre valót. Ezeket is célszerűen lerövidítette 6 könyvre *Bithyniában Diophanes*, és elküldötte *Deiotarus (Déiotarosz)* királynak” (*De agr.*, I 1 10. *Kun József* fordítása).

Sajnos ez utóbb említett munkák nem maradtak fenn. *Mago* nagy fontosságú könyvéből is csak annyit ismerünk, amennyit a későbbi római írók hivatkozásként említenek. A karthágói agrártudós a pun mezőgazdasági termelésnek megfelelően nem annyira a gabonaneműek termesztéséről nyújtott útbaigazítást olvasóinak, hanem inkább a szőlő és az olajbogyó termesztéséről írt, ami főként a kistermelők számára volt hasznos. Az állattenyésztésben a jószágtartásnak két fajtáját különböztette meg, egyik a mezei – ide tartozott a barmok nevelése –, a másik az otthoni – ez a kisállattenyésztést, a baromfitenyésztést (tyúkok, galambok), továbbá a méhészetet foglalta magában. *Varro* említett könyvéből azt is tudjuk, hogy *Mago* az állattenyésztésről szólva nagy gondot fordított az ökrök betegségeinek leírására, továbbá részletesen foglalkozott a gazda fontos segítőtársaival, a szárárral és a számaröszvérrel (pontosabban fogalmazva a ló kanca és a számar mén korcsával, az öszvérrel), azt állít-

ván, hogy ez a tizenkettedik hónapra ellik meg. Erről az adatról *Varro* azt írja, hogy ámbár Itáliában csodaszámba megy, ha egy öszvér megellik, ezt nem szabad általánosítani. *Arisztotelész* — később pedig *Plinius* is — ír az öszvérek szaporodóképességéről, ám ezt még századunkban is számos kutató kétségbe vonta, viszont a magyar agrárszakemberek (pl. *Schandl József*, *Kiss Antal*, *Döhrmann Henrik*) ennek ellenkezőjét bizonyítva igazolták a klasszikus szerzők pozitív véleményét.

Az agrártörténeti kutatásnak az a véleménye, hogy a római világban a mezőgazdaságnak, közelebbről a növénytermesztésnek azok az ágai, amelyeket *Mago* oly fontosnak tartott, nevezetesen a szőlőművelés, illetve a bortermelés, továbbá az olajfa ültetése, a pun háborúk előtti időben nem volt szokásos: *Livius* szerint először i. e. 296-ban ittak nyilvános állami szertartások alkalmával a rómaiak bort, de ezt is valószínűleg a dél-itáliai görög tartományból, Campaniából importálták. Csak a II. pun háború idején, i. e. 212 táján kezdett elterjedni lassanként a római világban a bor és az olaj. A II. és a III. pun háború közti öt évtizedben következett be a nagyarányú agrárreform a római gazdasági életben, s i. e. 154-től indult nagyarányú fejlődésnek a szőlőművelés. Ezt az időszakot megelőzően tevékenykedett a római agrártudomány első nagy alakja, *Cato maior*.

I. e. 164–154 közt született a tuscolumi származású tudós és politikus *De agricultura* („A földművelésről”) című műve, olyan történelmi helyzetben, midőn a régi kisbirtokos gazdálkodási mód átadja helyét a rabszolgamunkaerőre alapozott új típusú árutermelő gazdaságnak. *Cato* műve éppen az utóbbinak a programját adja, jóllehet a növénytermesztésben még elsősorban olyan haszonnövények műveléséről szól, amelyeket a kisbirtokos is könnyűszerrel termelhetett. Ilyenek a már említett szőlő és olajfa. Jellemző, hogy művében a 170-ből mindössze egyetlen fejezet szól a különböző gabonaneműek vetéséről. Munkájának legértékesebb része tehát a szőlő és az olajfa ápolására ad tanácsokat. Mennyire eredeti, illetve mennyit vett át a karthágói *Magótól* — nem tudjuk. Őszintén szólva, műve nem mezőgazdasági tankönyv, inkább hasznos tanácsok tárháza.

Cato az állattenyésztésről röviden ír, legtöbb szó a szarvasmarháról esik, kevés a kisállatokról. Egy szót sem ejt a méhészetről, viszont értékes tanácsokat ad a mezőgazdasági kártevők — gabonasziszik, rühatka, molyok — ellen. Az etológusok számára az a rövid fejezet a legérdekesebb (CXXXIII. 124), amelyikben arra inti a gazdákat, hogy a kutyákat nap-

pal tartsák zárva, hogy éjjel vadabbak legyenek. Munkája az orvostörténet szempontjából is figyelmet érdemel: a gyógyszeres kezelésre és a ráolvasásra egyaránt találunk recepteket. Különböző gyógyborokat is ajánl, köztük olyanokat, amelyekhez hasonlókról a mai gyógynövénykönyvekben is olvashatunk.

Cató elfogultsága, maradisága megakadályozta abban, hogy igazi, széles távlatú enciklopédikus tudomány modelljét adhassa az eljövendő idők Rómája számára, midazonáltal érdemei sem tagadhatók, hiszen kitűnő gyakorlati tanácsait nemcsak a későbbi római agrártudományos irodalom gyümölcsöztette, hanem még hazája határain kívül is egészen a múlt század közepéig érezte hatását (pl. a mi *Pethe Ferencünk* még 1805-ben is hivatkozik rá).

A római agrártudomány igazi megalapítójának azonban inkább *M. Terentius Varro* tekinthető, akinek más irányú munkásságáról már szó esett. A *Rerum Rusticarum libri tres* (*A mezőgazdaságról szóló három könyv*) egy széles látókörű, nagy olvasottságú szakember munkája. Műve háromrészes: az első a földművelést, a második az állattenyésztést, a harmadik pedig a háztáji állattartást, az aprójószágok tenyésztését vizsgálja.

Az agrártudomány alapja szerinte a talajtan. A különböző termőtalajok értékéről, osztályozásáról szólva a *Cato* művében is szereplő vegetációtípusok jönnek elő. Hogy mennyire fontos a megfelelő talaj kiválasztása, az már a szőlőtermelésnél is világosan kiderül. De a talaj a megműveléséhez használt igásállatok kiválasztásánál is fontos: hepehupás, nehéz talajon erősebb állatokat kell munkába állítani.

Varro művében jóval nagyobb hangsúlyt kap az állattenyésztés, mint *Cató*éban. A vemhesség idejéről szólva adatai (II 19) a mai állattenyésztő szemével is szinte pontosaknak tekinthetők: kanca 12 hónap (11 helyett), tehén 10 hónap (9 hó és 10 nap helyett), a juh és a kecske 5, a koca 4 hónapig hordja magzatát (az utóbbi adatok teljesen pontosak!). Érdekes az a rész, amely az állattenyésztés történetéről szól: az egyik beszélgető, *Atticus* szerint ugyanis elsőként a juh lett tenyészállattá. A juhok vemhességi idejére a 150 nap szintén pontos megállapítás! Kétfajta juh tenyésztéséről olvashatunk nála, az egyik a hosszú szőrű, a mai merínói őseinek felel meg, a másik, a kopasz testű pedig a szíriai származású zsírfarkú juhval azonosítható.

Elsőként szól *Varro* a római agrártudományban a disznókról. Még arra is gondol, hogy milyen legyen a malacfiasztató.

A történeti állattan szempontjából fontos adat, hogy az egyik beszélgető, *Murrius* szerint a szaporításra az a vadszamar a legalkalmasabb, amelyből a kisázsiai Phrygiában és Lykaoniában még egész csordák élnek. Ez a faj azóta az említett területen teljesen kipusztult! A szamarak után a ló, majd az öszvér kerül sorra.

A mű utolsó könyve — amelyik kissé rövidebb az előzőnél — az otthoni jószágtartásról szól. Ennek három ágazatát különbözteti meg: madártenyésztés, nyúltenyésztés és a halastavak. Érdekes, hogy ezeken az ágakon belül milyen állatokat tenyésztettek *Varro* idején. Mindegyik ágazat két-két részre oszlik aszerint, hogy — mai kifejezéssel élve — milyen élőhelyet igényelnek a tenyésztett állatok. Ezért a madártenyésztésnek két ága van: egyikbe azok tartoznak, amelyek megelégednek a szárazfölddel: pávák, gerlek, fenyőrigók, a másikba viszont azok, amelyeknek vízre is különös szükségük van, ilyenek a ludak, vadkacsák, kacsák. A vadaskerteknek is két fajtája van, az egyik, amelyben a vadkant, a vadkecskét és a nyulat tartják, a másikba olyanok kerülnek, amelyek „a gazdaságon kívül is megvannak”: a méhek, a csigák és a pelék. Végül a vízilakók tenyésztése is két csoportra oszlik, egy részüket édesvízben, más részüket pedig tengervízben tenyésztik.

A házasítás története szempontjából különös figyelmet érdemel a másik felosztás, amely a házasítás, illetve a tenyésztés térbeli sorrendje szerint osztályozza az otthoni jószágtartást. Kiderül ugyanis, hogy az ősök csak tyúkokat és galambokat tenyésztettek, most viszont — mondja *Varro* — a madártenyésztésnek még e neve is megváltozott, mert *ornithónak* (görögül *ornisz* = madár) hívják. Ez nyilván görög hatás. Az *ornithón* kedvelt madarai a fenyőrigók és a pávák. Hasonló luxus jelentkezett *Varro* idején a haltenyésztésben is: eleinte csak édesvízi halastavak voltak, újabban viszont a tengeri halak tenyésztését tartják fontosnak.

A madártenyésztésnek újabb felosztását említi az egyik beszélgető, *Merula* („fenyőrigó”): közülük az egyik csoport a gyönyörködtetést szolgálja — ilyen volt *Varro Casinum* közelében épült *aviariuma*, amely egy halastó fölött emelkedett. A bolthajtásos helyiséggel, oszlopos udvarral ékes épületben 5000 rigó is elférhetett. Részletesen foglalkozik *Varro* műve a galambtenyésztéssel is. Kétféle — egy vad és egy szelíd — galambot tenyésztettek, s a kettőt keresztezték, majd ezt a „harmadik nemzetséget” (*tertium genus*) is kitenyésztették. Nagyon fontosak ezek a közlések azért is, mert a házigalamb (*Columba livia f. domestica* L.) — mint ezt nemrégiben (1971) *O. F. Gandert* a budapesti nemzetközi archeozoo-

lógiai szimpozion alkalmából bebizonyította — éppen az *Imperium Romanum* terjeszkedése során jutott el Itáliából Közép- és Észak-Európába, így hazánk területére is!

A tyúktenyésztésről szólva kiderül, hogy *Varro* idejében már tenyésztették Rómában a gyöngytyúkot (*Numida meleagris f. domestica L.*). Részletesen beszél szerzőnk a liba- és kacsatenyésztésről, s praktikus tanácsokat ad, hogyan kell a kislibák táplálásáról gondoskodni. A kisállattenyésztésről szóló részből azt is megtudjuk, hogy a rómaiak három fajta nyulat tenyésztettek.

A III. könyv utolsó fejezetében a legkisebb tenyészállatokkal ismerteti meg szerzőnk. Itt esik szó a csigatenyésztésről is (ez, mint *Plinius* írja, i. e. 50 óta volt divatos Rómában). Több csigafajt tenyésztettek, köztük importált fajok is szerepeltek, pl. az „*africana*”, amelyről *Horatius* egyik ódájában is olvashattunk (II 4 59); ez bizonyára a sivatagi csiga (*Helix desertorum L.*) volt, a „*solitannae*” (helyesen *Iolitanae*) pedig a tornyosházú, észak-afrikai eredetű *Achatina perdix LAM.* nevű szép csiga.

A csigaház (*cochlearium*) mellett peleház (*glirarium*) is volt a római birtokokon, ezek számára makkot termő fát ültettek a kikövezett padlózatú, kerítéssel körülvevett épületbe.

Részletesen ír *Varro* a méhészetéről s a méhek életéről, egymás közti kommunikációjukról (III 16 8—9), olyan problémákról, melynek korszerű megfjtéséért *Karl Frisch* 1973-ban Nobel-díjat kapott!

Varro művének utolsó fejezetében a halastavakról olvashatunk. Az egyszerű emberek édesvízi halakat tartanak — írja —, az előkelők tengervízben tenyésztik a halakat. Sajnos, ez a fejezet tudományos szempontból kevésbé érdekes, mint a haltenyésztésről szóló korábbi szövegei, inkább a halgazdaság hasznáról, különösen az angolnatenyésztésből származó nagy jövedelemről tudósít.

Varrónak a mezőgazdaságról szóló művét a tudománytörténet nagy jelentőségű dokumentumai közé számíthatjuk, még akkor is, ha szerzője nem teljesen eredeti, hiszen újabb vizsgálói gyakran szemére hányják, hogy nem volt agrárszakember. Mindennek ellenére könyve nagyszerűen, világosan felépített alkotás, színesen és élvezetesen van megírva. Míg *Cato* művének laza a szerkezete, az ismeretanyag közlése gyakran mozaikszerű, egy-egy témára vissza-visszatér, addig *Varro* kitűnően csoportosítja az előadandókat. *Cato* főként a növénytermesztéssel foglalkozik, az állattenyésztésről viszonylag keveset mond, — *Varro* ellenben két könyvet is szentel az állattenyésztésnek, ebben nemcsak a pénzügyi szem-

pontok, a tenyésztés elvei és gyakorlata domborodnak ki, hanem az egyes állatfajok külleméről, természetéről — ahogy ma mondanánk, etológijáról — is értékes közléseket találunk.

Bizonyos, hogy ő sem vett át minden adatot kellő kritikával, pl. az általa *Archelaus*nak (*Arkheilaosz*nak) tulajdonított — valójában már az i. e. 2. században *Nikandrosz*nál megtalálható — vélemény a méheknek az ökör testéből való szaporodásáról (az ún. *bugonia*) — amelynek ábrázolását ugyan még egy 16. századi *Hortus Sanitatis*ban is láthatjuk — nyilván helytelen megfigyelésen alapul. Adatainak nagy része mégis helytálló, olyannyira, hogy nem egy ma is érvényes. Faj- és fajtaleírásaiból fontos adatokat nyerhetünk a háziásítás történetére, természetesen főként itáliai vonatkozásban. Figyelemre méltó, hogy — mint *Horn Arthur* professzor nemrég (1955) hangsúlyozta — *Varrónál korszerű állattenyésztési elveket is találunk*.

2. Vergiliusi agricultura

„Mi teszi széppé a vetést; mi tájba jó szántani?
Szőlőt szilfához aggatni; hogy kell barmot tartani?
A takarékos méheket mily móddal kell művelni:
Kegyes szívű Maecenasom, elkezdem énekelni”

(*Vergilius Georgica*, I 1 – 4. Csokonai Vitéz
Mihály fordítása.)

A békés, boldog új idők, melyeket *Asinius Pollio* consul fiának születése, *Augustus* uralkodása, s *Maecenas* baráti segítsége hoz az alkotó és mindennapi munkát végző emberek számára, adja meg *Vergilius Georgicá*jának alaphangulatát. A négy könyvből álló tanköltemény a varrói *De re rustica* politikai, elméleti és gyakorlati célkitűzéseit oly töretlenül folytatja, hogy éppen abban az évben — i. e. 36-ban — kezdte meg *Vergilius* műve I. könyvének írását, midőn *Varro* műve megjelent.

Már a *Maecenas*hoz szóló ajánlás utalt arra, hogy először a szántó föld helyes — bőséges termést hozó — művelésének szakszerű feltételeit fejt ki a költő. Még ma is megszívlelendő tanácsa, hogy a különféle talajok más-más termelési ág számára lehetnek alkalmasok, sőt a termé-

szet rendje szerint minden vidéknek különleges termékei vannak. Behatóan tárgyalja az I. könyv az időjárás fontosságát a gazda életében. A talajművelés fő kérdései mellett olyan apró, de gyakorlati szempontból nagyon fontos kérdésekről sem feledkezik meg *Vergilius* az I. könyvben, mint a mezőgazdaság állati kártevői (vö. I 181–186).

Az I. könyv alapvetése a növénytermesztés vonatkozásában válik még megfoghatóbbá, még szemléletesebbé a II. könyvben, ahol szerzőnk *Theophrasztoz* nyomán részletesen vizsgálja a fák „genezisének” különféle, természetes és mesterséges — ahogy ma mondanánk, ivaros és ivartalan — szaporodásának lehetőségeit. E tárgyhoz szorosan kapcsolódnak a fák nemesítésének módszeréről s különböző fajairól mondottak. Az előző könyvben érintett talajtani fejtegetések itt konkrétabbá válnak: kitűnő példákat mutat be arra, hogy a különféle talajok milyen fajok termesztésére nyújtanak lehetőséget:

„Ott hol a föld gyengébb, vagy ahol fukarabbak a dombok
S a kövecsen s agyagon nincs semmi egyéb a bozótnál:
Szép olajerdőség nőhet Pallas gyönyörére;
Útmutatód ugyanily földön sűrű vad-olajfa
S a fa alatt a bogyó bőven szétszórva a földön.”

(*Georg.* II 179–183. *Vietórisz József* fordítása.)

A köves hegyi talajjal szemben milyen lehetőségeket nyújthat a jó minőségű talaj?

„Ámde ha zsíros a hant, édes nedvek ha vidítják,
Vagy legelőd van olyan, hol a fű buja, vastag a burján
Bércek ölelte fenékvölgyet bámulva gyakorta
Látsz le ilyenre hová szirtről-szakadó patak áldott
Sár-iszapot borogat), ha pedig még át is özönlik
Déli szelek, hogy ekéd fenyegetni kinőjjön a perje:
Ily televény ad a legjelesebb venyigét, csoda-dúsát
Bacchusi bornedüben, kitűnőt fürtjére, levére...”

(*Georg.* II 184–195. *Lakatos István* fordítása.)

Íme az olajfa és a szőlő — a római birodalom, de különösen Itália növénytermesztésének legfontosabb kultúrnövényei —, istenek és emberek kedvencei... A továbbiakban úgy folytatódik a talaj és az élővilág kapcsolatának költői bemutatása, hogy az állattenyésztés természeti feltételeiről se feledkezzünk meg, a hegyes és terméketlen mediterrán területeken mindig is súlyos problémát okozhatnak a gyér növényzetet elpusztító juhok és kecskék: ezeket hát — írja *Vergilius* — az erdőbe kell terelni.

Jó és egyszerű, könnyen megvalósítható tanácsokat ad *Vergilius* arra, hogy miként lehet a talaj minőségét megállapítani, s ennek alapján eldönteni, milyen növény termesztésére a legalkalmasabb (II 226—258). A legrészletesebben a szőlőművelést tárgyalja (II 262—322, 345—375). Persze a gyakorlati tanácsok közé — mint a műben általában — természeti képek, mitologikus vonatkozások keverednek. A *Georgica* II. könyve a gyakorlati növényvédelem tudnivalói után, a mű programjának megfelelően, a földműves élet dicsőítésével zárul (II 458—540).

A *Georgica* második fele, amely terjedelmében meghaladja az elsőt, vagyis az I—II. könyvét, az állattenyésztéssel foglalkozik. Ebben a részben — a gyakorlati tapasztalatokon kívül — különösen szembetűnő *Varro* művének hatása. Mindjárt a III. könyv elején —, ahol a szarvasmarha-tenyésztésről esik szó — az ideális tenyészállat bemutatása (III 50—59) egyezik *Varro* leírásával: mindkettő a nagy testű, rövid szarvú, bozontos fejű, ún. *primigenius* típusú marhákra jellemző bélyegeket tartja a legjobb fajta ismérveinek (ilyet ábrázolt a római művészet is, s *Bökönyi* és *Matolcsy* kutatásai szerint Pannóniában is ezeket tenyésztették).

Milyen lovakat kedveltek *Vergilius* korában a rómaiak?

.....„Nyaka délceg,
És eleven feje van, horpasz hasa, domború háta,
S büszke szügyén izom-öv duzzad. Szép még a pirospej
S almáskék, az ezüstderes és szőgsárga silányabb.”

(III 79—85. *Lakatos István* fordítása.)

A tenyészállatok helyes kiválasztása, nevelése, párválasztása kitűnő alkalmat szolgáltat a költőnek az állatok szerelmi életének leírására (III 209—271): a színes szavak közt itt is jó etológiai megfigyelések húzódnak meg. A „nagy” tenyészállatokat, akár csak *Varrónál*, a kisebbek — juhok és kecskék — tenyésztéséről szóló tanácsok követik (III 284—

338): „a kecskének szaporább a fajtája, s teje bővebb” (III 308), tehát tenyésztése kispénzű embernek kifizetődőbb, mint az igényesebb juhé.

Gazdaságtörténeti és néprajzi szempontból, főként pedig ökológiailag nagyon érdekes az a kitérés, melyben a költő két, egymással is homlok-egyenest ellentétes, idegen pusztai táj állattenyésztését: a forró Libyáét s a hideg szkitha földét hasonlítja össze (III 339–348).

A biotóp helyes kiválasztása, főként pedig a modern, a genetikai tényezőket mérlegelő szelektív állattenyésztés szempontjából is rendkívüli érdekes, hogy kétezer évvel ezelőtt mintha már megsejtették volna az öröklésnek azokat a vaskövetkezetességű szabályait, amit tudományosan csak *Mendel* fogalmazott meg a múlt század derekán. Hogyan óvta *Vergilius* a juhtenyésztőt attól, hogy juhái helytelen keresztezéssel korcs utódokat hozzanak létre:

„Gyapjú kedvéért igyekezz kikerülni a cserjét,
Sulymot, bojtorjánt s a felette kövér legelőket;
Tiszta fehér nyájat válassz ki, selyempuha szőrűt;
Tiltsd el a kost, melynek feketéllik a nyelve, az ínye,
Hajtsd el a nyájadtól, ha különben egészbe fehér is,
Mert feketén foltos gyapjút kap utána a bárány:
Jól nézz hát a mezőn végig s mást végy a helyébe!”

(III 384–390. *Vietórisz József* fordítása)

Természetesen arra is van gondja költőnknek, hogy rámutasson: másképpen kell táplálni a juhot, ha gyapjútermelésre neveljük, és más-ként, ha tejelőnek (III 394–403). Fontos a nyáj őrzőinek, a megfelelő kutyafajtáknak a kiválasztása is (III 403–410).

A III. könyv utolsó része (III 414–566) a jószágot fenyegető külön-féle ártalmakról, veszedelmekről, betegségekről szól, részletezve pl. néhány kígyó által okozott ártalmat s az ellenük való védekezést. Ennek le-zárásaként *Vergilius* egy olyan eseményről ír, amelynek megörökítése párját ritkítja az állatorvos-tudomány történetében. A könyv epilógusa ugyanis a noricum (mai Ausztria) marhavész pontos, drámai erejű le-írását nyújtja, melynek legszemléletesebb sorai a következők:

„Itt a vidám füvelőn mindenfele hullnak a borjak,
 Édes lelkük a telt vályúknál adva ki végleg;
 Megveszik ott a kezes kuvasz is, hörgő köhögéstől
 Fullad a senyvedező sertés tengernyi tokája,
 Gyengül a versenygyőztes mén, gypet és tudományát
 Messze feledve szegény; itatóra se fut csak a földet
 Rúgja sűrűn, füle meg lekonyul s egyenetlen előnti
 Jéghideg izzadság, a halál jele; bőre kiszárad,
 Sőt tapogatva tapasztaljuk, merev-érdes egészen.
 Hullta előtt pár nappal a bajt e jelek bizonyítják;
 Majd később mind kízzóbbá kezd válni a kórság:
 Két szeme lángja lobog, lassúbb lesz mély lihegése,
 Néha pedig csak fű fájón, és vékonya kidülled,
 Míg hosszan hörög, és barnás vér ömlik el orrán,
 Végre merev nyelvétől már a dagadó nyaka fullad.”

(III 494—508. *Lakatos István* fordítása.)

Vergilius rendkívüli éghajlati tényezőkkel viharos, szokatlanul meleg őszi időjárással magyarázza ezt a félelmetes betegséget, amelyik nemcsak a növényevő barmokat, lovakat, de még a kutyákat sem kíméli. A tünetek leírása *Willi Richter* — a *Georgica* kiváló magyarázója s egyúttal biológiatörténész — szerint leginkább a haemorrhágiás (vérzéses) septikaemiára illik.

Az i. e. 1. század második felében egyre jelentősebb lett a római gazdasági életben a méhészet, s ezért szükségessé vált ennek tudományos megalapozása is. Jellemző, hogy rövid egymásutánban hárman is foglalkoztak a méhészetre való oktatással: *Varro*, majd *Hyginus* és *Vergilius*. *Hyginus* gazdaságtudományi enciklopédiájából csak a méhészetről (*De apibus*) szóló rész néhány töredéke maradt fenn. *Hyginus* és *Vergilius* méhészeti tanításának viszonyát az i. sz. 1. században működött *Columella* — aki maga is írt a méhészetről — úgy jellemzi, hogy erről *Hyginus*-nál fontosabb dolgokat a *Vergilius*-énál szebb előadásban nem lehet mondani. Megjegyzendő azonban, hogy *Vergilius* előadásában a szép kifejezésmód a szakszerűség rovására érvényesül, mert az egész *Georgicában* a méhek életének bemutatásában érvényesült leginkább az állatok szokásainak antropomorfizáló bemutatása (vö. IV 149—218). A IV. könyvben különben költői kitérést olvashatunk a szép kertek mű-

veléséről. Ne felejtjük el, hogy a kertművészet — *ars topiaria* fellendítése is beletartozott *Augustus* programjába (*Suetonius* írja, hogy a császár villáiban szép ligeteket és sétányokat létesített, s Capri szigetén villájában „még ma is látni roppant tengeri szörnyek és vadállatok óriási maradványait”). A császár feleségének, *Liviának* Prima Porta melletti villájában realisztikus ábrázolásait láthatjuk ezeknek a pompás kerteknek.

Visszatérve a méhészeti vonatkozásokra, leginkább talán a méhek fajtáiról (IV 88 – 115) és a betegségeikről szóló részek (IV 251 – 280) alapulnak tapasztalatokra, a IV. könyv egésze azonban didaktikai szempontból sokkal kevésbé értékes, mint a III. könyv.

Mindent összevéve a *Georgica* is része annak az új, Augustus-kori természet- és életszemléletnek, amelyet az említett művészeti ábrázolások, továbbá a különböző domborművek (Tellus-reliefek, kicsinyét tápláló bárány, illetve oroszlán) is kifejeznek. A tendenciát *Vergilius* fiatalabb kortársa, *Horatius* röviden így fogalmazta meg:

Caesar, korod bő, új aratást hozott (Carmina. IV 15 4 – 5).

3. Columella

„Mert hiábavaló mesterségek, és Prókátorok nélkül is elég boldogok voltak régenten a városok, és azok is fognak lenni. De hogy földművelők nélkül se fenn nem állhatnak, se nem tápláltathatnak a halandók, nyilvánvaló dolog. Annál nagyobb csuda tehát a mi történt, hogy ez a mi testünkre és életünkre nézve olly nagy hasznú dolog a földművelés, mind eddig az ideig is, legkevesebb tökéletességre mehetett, és hogy megutáltatik az ősi örökség szaporításának és megtartásának ez a neme, mellyben semmi bűn nincs. Mert a több különbözők, és mint egy ellenzők, meg nem egyeznek az igazsággal, ha csak igazságosabbnak nem tartják példát nyerni a vitézségből, a melly vérontás, és más veszedelme nélkül, mi nekünk semmi hasznót nem hajt.” Ezeket a római fül számára szokatlan gondolatokat *Lucius Iunius Moderatus Columella* írta le a mezőgazdaságról szóló munkájának előszavában (*De re rustica*, fordította 1810-ben *Fábián József*). A háborút elítélő, a békés földművelést dicsőítő tudós — paradox módon — egy tarentumi felirat szerint magas rangú katonatiszt volt, a *legio VI. Ferrata* tribunusa! Sajátos pacifista álláspontja csak úgy magyarázható, hogy *Seneca* táborához tartozott, azok közé a római tudósok és bölcselők közé, akik — nyilván a sztoikusok és

talán a pythagoreusok hatására — elítélték a háborút. A mű szerzőjéről egyébként sajnos nagyon keveset tudunk: figyelembe véve, hogy munkájában nemcsak Augustus-kori tudós írókat — mint *Hyginus* és *Vergilius* — idéz, hanem *Celsus* említett enciklopédiájának azóta megsemmisült agrártudományi részére is többször hivatkozik, munkáját valószínűleg az 1. század közepén írta. Ezt a feltevést az is megerősíteni látszik, hogy *Columella* művében kétszer is hivatkozik arra, hogy egyszer Szíriában, más alkalommal pedig Kilikiában (Ciliciában) egy egész nyáron át alkalma volt megfigyelni a szezám művelését: az utóbbira pedig nyilván 36-ban lehetett módja, amidőn a kisázsiai tartományban az említett légio élén egy felkelés leverésében vett részt.

Columella enciklopédikus igényű munkája 12 könyvben foglalja össze a mezőgazdaságnak és az állattenyésztésnek a római világ számára fontos minden problémáját. A nagyszabású művet a termesztett fákról szóló külön könyv egészíti ki. A munka első része (I—II. könyv) általános tudnivalókat tartalmaz, a második rész (III—V. könyv) a fákról, illetve a növénytermesztésről szól. Ezt követi a mű gerincét képező rész az állattenyésztésről (VI—IX. könyv), majd a kertek műveléséről olvashatunk (X—XI. könyv). Végül külön könyv szól a gazdasszony (*Fabián József* fordításában: majorosné) tennivalóiról.

Az I. könyv útmutatásai között a mai agronómus és környezetvédő számára is megszívlelendő tanácsokat olvashatunk a jó ivóvízről (I 5) és a gazdasági épületek elhelyezésére alkalmas terület kiválasztásáról (I 6) szóló fejezetben. Figyelmeztet többek között arra, hogy száraz, nem pedig nedves területet kell választani, mert az az egészség szempontjából, no meg a gazdasági felszerelések — mai kifejezéssel — „állagmegóvása” szempontjából előnyösebb. A II. könyv elején a földek különböző nemeiről, a mezős, a halmos és a hegyes földről szólva szóba kerül a talaj minőségének, színének kérdése is.

Szerzőnk ugyanis emlékeztet arra, hogy a régi írók a növényi termékek számára legjobb, „édes” talaj jellemzőjének a fekete és a hamuszürke színt tartották. Érdekes ezzel kapcsolatban *Cornelius Celsus* nézetének bírálata (II 2): „a színre nézve nem győzöm eléggé csodálni, hogy egyebektől eltekintve, *Cornelius Celsus*, aki nem csupán a mezőgazdaságtant, hanem az egész természetet oly kiválóan ismerte, véleményében és megfigyelésében annyira tévedett, hogy nem vette észre a sok mocsarat és sós mezőt, amelyeknek az említett színek is sajátjai”.

A mű középső részében, amely a különböző növényi terményekről

szől, *Columella* leginkább a szőlőműveléssel foglalkozik. Tanulságos, amit *Iulius Graecinus* — sajnos azóta megsemmisült — műve nyomán ír a szőlőnek való földről: „Ez vagy amaz a föld, meleg vagy hideg, nedves vagy száraz, ritka vagy tömött, könnyű vagy nehéz, kövér vagy sovány; de sem a fekete melegföld nem szenved a szőlőt, mivel kiégeti; sem az igen hideg, mivel amint megmerevedett és megfagyott, a gyökereket a nagy hideg mozogni nem engedi; sem a nedves, mivel mikor a tőkék megindulnak, kevés idő alatt a földnek a kelletinél több nedvességét húzzák fel, melly megrothasztja a letett magvesszőket” (III 12. *Fábián József* fordítása). A IV. könyv elején ismét polemizál *Celsussal* és *Atticussal* arról, hogy milyen mélyre kell ásni a szőlő tövét. Abban is eltér *Columella* véleménye a korábbi agronómusokétól, hogy mikor kell a szőlőt megmetszeni. *Mago*, *Celsus* és *Atticus* szerint legjobb a tavaszi metszés. Őszerinte „ahol verőfényes helyek vannak és gyöngye telek, legjobb és legtermészetesebb az őszi” (IV 10). A IV. könyv végén röviden szó esik a füzesről, a rekettyéről, a nádasokról és a gesztenyésekről (IV 30—33). Szerinte a gesztenyefának kapálás és rakásbeli megművelése ugyanaz, mint a szőlőé, tavasz kezdetén kétszer kell megkapálni, hogy azután kellő magasságra nőjön. Hasonló módon lehet a cserfát is ültetni, de ezt két esztendővel később lehet levágni, mint a gesztenyefát.

Az V. könyvben a földmérés módszerére való gyakorlati tanácsok után főként a szilvásokról s az olajfáról olvashatunk. A könyv végén szó esik többek közt a fügefáról, a dióról s végül a zanótról is.

Columella munkájának gerincét az állattenyésztésről szóló könyvek adják. Ennek a résznek a felépítése főként *Varrót* követi, elsőként ő is a nagy termetű tenyészállatokról, különösképpen a szarvasmarhákról ír (VI 1—26). Az ökrök kiválasztásánál részletesen beszámol a jó igásállat külleméről: „Venni kell fiatal ökröket, szép termetűeket, vaskos tagúakat, hosszú, feketéllő és erős szarvúakat, széles és bodor homlokúakat, borzas fülűeket, fekete szeműeket és ajkúakat, felfelé horgadt és kinyílt orrúakat, hosszú és izmos nyakúakat, széles és szinte térdig érő lebernyegűeket, nagy szügyűeket, erős vállúakat, széles és mindegyik tele hasúakat, egyenes és sima vagy lenyomult hátúakat, kerek farúakat, izmos és egyenes, de inkább rövidebb, mint hosszú szárúakat, nem is kicsiny térdűeket, nagy körműeket, nagy, hosszú, serényes farkúakat, és egész testen sűrű és rövid szőrűeket, veres vagy barna színűeket, testekre nézve puha tapintásúakat” (VI 1 *Fábián József* fordítása).

Különös figyelmet érdemel, hogy *Columella* az összes ismert korábbi

szerzőnél behatóbban foglalkozik a szarvasmarha különböző betegségeivel és azok gyógyításával (VI 4–19). Valószínű ugyan, hogy már *Cornelius Celsus* is részletesen tárgyalta elvesztett művében a háziállatok kór- és gyógytanát. Ezt a feltevést valószínűsíti, hogy *Columella* is hivatkozik rá; a szarvasmarhát fenyegető dögvész ellenszerei közt ugyanis azt írja: „*Cornelius Celsus* azt is mondja, hogy fagyöngy leveleit borral meg kell törni és az orrába bele kell tölteni” (VI 5). Hasonlóképp a lesántult ökör lábának gyógyításánál is hivatkozik a nagy enciklopédistára.

Szerzőnk a szarvasmarhák egészségét fenyegető állati kártevőkről sem feledkezik meg: orvosságokat ajánl a rühesség, továbbá a veszett kutya vagy farkas marása ellen (VI 13); a különböző kígyók és a cickány (*sorex*) marása elleni szereket is felsorolja (VI 17). Majd tanácsot ad, miként távolítsuk el a marha torkából a lenyelt piócat: „ha oly szoros helyen van, hogy nem lehet kézzel levenni, csövet vagy nádat dugj a torkába, s ezen keresztül meleg olajat önts rá, mert mihelyst ez hozzáér, az állat egyszerűen leesik” (VI 18). A borjak gilisztái ellen viszont többek közt csillagfürtből készült szert ajánl (VI 25).

A VI. könyv végén szerzőnk a lovakról, öszvérekről és azok betegségeiről ír. A lovaknak három fajtáját különbözteti meg, a nemes vérűt (*generosa*), az öszvérszerűt (*mularis*) és a közönségest (*vulgaris*). Nála is olvashatjuk azt a több szerzőnél is előforduló képtelenséget, hogy egyes esetekben a kancák a széltől is megfogannak, ám megjegyzi, hogy Hispániában az Ókeanosz partjai mellett, ahol ez a jelenség gyakori, az így született csikók a harmadik évükben elpusztulnak.

Milyen a tenyésztésre legalkalmasabb ló külleme? „Testének alakja pedig ily felépítésű: kicsiny fejű, fekete szemű, nyitott orrú, rövid és egyenes fülű, puha és széles, de nem hosszú nyakú, tömött és jobboldalt fekvő sörényű; széles és izmos mellű, nagy és egyenes szügyű, befelé hajlott oldalú, kettős gerincű, keskeny hasú, egyforma és apró heréjű, széles és leereszkedett ágyékú, farka hosszú, vastag és göndör szőrű, egyforma magas és egyenes lábszárú, gömbölyű és kicsiny s nem befelé hajló térdű, kerek farú, izmos és testes combú, kemény, magas, kerek patájú, melyen középszerű koronák ülnek” (VI 29). Ez a típus fejlettebb formában az újabb kori lótenyésztésben „nápolyi ló” néven ismeretes.

A „*mulomediciná*”-ról – a lovak és öszvérek orvoslásáról – írott fejezetekben (VI 30–35 és 37) olyan jó tanácsokat olvashatunk, hogy pl. a szemek minden fájdalomra hirtelen megkönnyebbedik, ha azokat füstötlen mézzel vegyített útifűvel megkenik (VI 33) vagy az öszvérek

kehességét oly keverékkel lehet meggyógyítani, amelyben korpát, nyers tojást és mirrhát keverünk össze; az elfáradt és megizzadt öszvérnek viszont zsírt kell adni, s bort tölteni a szájába (VI 38).

A VII. könyv eleje jelenti a tárgyi összekapcsolódást a „nagy”- és „kis”-állattenyésztés közt, ez ugyanis a délvidéki gazda húséges segítő-társáról, a számárról szól (VII 1). Mert ez — különösen az arkádiai kisebb fajta számár — roppant igénytelen, „még az olyan mezőn is el lehet tartani, ahol legelő sincs, kevés és akármilyenemű eledellel megelégszik: csupa levelekkel s tövisekkel vagy fűzfaágakkal is táplálható vagy az eleibe vetett venyigékkel”. Hasznos igásállat, a puha földet is, mint amilyen a boetiai vagy a libyai, könnyű ekével felszántja. De jó hasznát veszik a malmokban is, ahol a gabonaőrlésben segít.

A számár után sorra veszi szerzőnk a különböző kisállatok, juh, kecske, disznó tenyésztését, mindig gondosan ügyelve arra, hogy az illető állat betegségeire s azok gyógyítására is felhívja a figyelmet. Közben olyan praktikus tanácsokat is ad, hogy pl. miként kell a sajtot elkészíteni (VII 8), vagy miként kell a disznót kiherélni (VII 11). A kisállatokról szóló könyv a „néma őrzőkről”, vagyis a kutyákról szól (VII 12–13). Olyan, mások által kevés figyelemre méltatott kérdések sem kerülnek el szerzőnk figyelmét, hogy miként kell a kutyák fülét, — amit a legyek egész nyáron által kisebesítettek — meggyógyítani, illetőleg a bajt megelőzni. Az orvosság egyszerű, könnyen elkészíthető: „keserű diókat kell összetörni, s azzal kell megkenni”. A kutyák bolháai ellen is jó orvosságot ajánl (VII 13).

A VIII. könyvben a gazdasági udvarban — „a majorban” — tartott kisebb állatokról szól. A tyúktenyésztésről, a tojás megtartásáról és a kotló alá tételéről, majd a vad- és szelíd galambok, a gerlicék tartásáról, majd a rigó (*turdus*) kalitkáikban való tartásáról olvashatunk (VIII 10). Külön fejezetet szentel *Columella* a pávák tenyésztésének is: ez a madár — a növekvő luxusigények miatt — egyre jelentősebb szerephez jut a római kisállattenyésztésben. A VIII. könyv zárófejezetei a halastavakról, a halak táplálásáról szólnak.

Az állattenyésztésről szóló mondanivalókat szerzőnk a IX. könyvben fejezi be. A vadaskertek után itt a méhészettel foglalkozik részletesen, sokban építve az Augustus-kori *Hyginus* — azóta elveszett — művére. A méhek rendszertanának kérdésében viszont *Arisztotelész*nek a peripatetikusok révén ismert nézeteire támaszkodik. Foglalkozik a méhek betegségeivel, s azok gyógyításával.

Vergilius hagyományait követve *Columella* a X. könyvben műfajt változtat, a prózáról a versre tér át, s így éneкли meg a kertművészetet, pontosan tájékoztatva olvasóit, hogy az év melyik időszakában, milyen virágokat kell ültetniük, ápolniuk. A XI. könyvben ismét a próza nyelvén agrometeorológiai tanácsokat ad.

Columella művének utolsó könyve már egyáltalán nem tudományos jellegű, mert arról szól, miként segíti az asszony urát a mezőgazdasági munkákat kiegészítő, ház körüli teendőkben.

Columella nagyszabású művét egy rövidebb, 30 fejezetből álló tanulmány egészíti ki, amely *A fákról* (*De arboribus*) címet viseli. Ennek módszere éppoly körültekintő, aprólékos, mindenre kiterjedő szemléletet tükröz, mint a nagy munkáé, pl. még arra is gondol, miként lehet megakadályozni, hogy a hangya vagy a kártékony rágcsálók és a madarak a szőlőben kárt tegyenek (14–15. fejezet). A *De arboribus* második részében különféle gyümölcsfák ápolására vonatkozó tanácsokat találunk, legvégül pedig a zanótról, a fűzfáról, a rekettyéről, a nádról korábban mondottakat egészíti ki, utoljára pedig a violáról és — hangulatos záróakkordként — a rózsáról ír (30. fejezet.).

Columella a római agrártudomány kiteljesítője, utolsó nagy képviselője. Ízig-vérig gyakorlati szakember, aki a legapróbb dologra, a mezőgazdaságban adódó bármilyen problémára gondosan ügyel, s praktikus mivolta mellett kitűnő elméleti alapokkal is rendelkezik. Műve, amely a római mezőgazdaság, állattenyésztés és kertészet legjelentősebb alkotása, sok értékében örökbecsű.

4. Agrártudomány a 2—5. században

Az i. sz. 2. század legműveltebb uralkodói *Hadrianustól Marcus Aureliusig* a görög műveltség rajongói voltak (az utóbbi még elmélkedéseit is a hellének nyelvén írta!). Érthető, hogy az *Imperium Romanum* vezető rétege, magas rangú tisztviselők, a földbirtokos arisztokrácia egyaránt szintén a görög kultúra bűvkörébe került. Így vált a természet-tudomány „legrómaibb” ágában, az agrártudományban is uralkodóvá a görög nyelv, amit természetesen a görög agrártudósok működése is elősegített.

Sajnos sem ennek, sem a következő századnak agrártudományi munkái nem maradtak ránk egészükben. Hogy mégis valamennyire

képet tudunk alkotni róluk, az a kiváló, természettudományokat is kedvelő bizánci császár, *Konsztantinosz Porphyrogennétosz* (Bíborban-született Konstantin) tudománypártolásának köszönhető: ő ugyanis a 10. században *Geoponika* címmel összegyűjtette a római kor agrártudományából vett értékes szemelvényeket. Az orvostudományi irodalomból ismert *Pamphiliosz* agrártudományi művének töredékei is így maradtak fenn, továbbá egy másik *Pamphiliosz Georgikájának* néhány töredéke, amelyben az i. sz. 1–2. század fordulóján élt szerző többek közt a gyümölcsstermesztésre, a mezőgazdasági kártevők elleni védekezésre, továbbá a baromfitenyésztésre ad hasznos útmutatásokat.

A 2. század második felében a politikai és a tudományos életben egyaránt jelentős szerepet játszottak *Sextus Quintilianus Condiānus* és testvére, *Sextus Quintilius Valerius Maximus*. *Marcus Aurelius* idején magas állami tisztségeket töltöttek be, ám *Commodus* idején belekeveredtek a császár elleni összeesküvésbe, s ezért az uralkodó 183-ban mindkettőjüket kivégeztette. Mezőgazdasági munkájuknak néhány töredékét az említett *Geoponika* őrizte meg. A töredékek tartalma nagyon változatos. Az egyik pl. a babérfa termesztésének módjait ismerteti (*Geop.* XI 3), egy másik töredék arról szól, hogy miként kell a tök veteményeit gondozni (XII 19), de több állattenyésztési vonatkozású részletet is megőrzött az említett gyűjtemény, pl. azt, amelyik a galambdúcról (XIV 6), s egy másikat, mely a libanevelésről szól (XIV 22).

A 3. században, a Severus-dinasztia uralkodása idején újból fellendült az agrártudomány: bár e kor szerzői is latin anyanyelvűek, műveiket azonban, akárcsak közvetlen elődeik, ők is görög nyelven írják. A legjelentősebb közöttük *Florentinus*, akinek *Georgikája Alexander Severus* császár uralkodása idején (222–232) íródott. Leginkább a szőlőtermelésre, illetve a borászatra, az olajfa- és a zöldségtermelésre, továbbá az állattenyésztésre vonatkozó tanításából maradtak fenn jelentősebb részek. Különösen érdekelte őt az orvostudomány és az agrártudomány kapcsolata. Széles körű ismeretei voltak a háziállatokról és a vadakról egyaránt: azt is feljegyzi, hogy Rómában zsiráfot is látott (*Geop.* XVI 22 8); elsőik közt ír arról, hogy a juhokat lucernával kell táplálni (*Geop.* XVIII 2 6); hasznos tanácsokat adott a haltenyésztéssel kapcsolatosan (*Geop.* XX, 1). Furcsa kísérleteket is végzett: pl. cinóberrel (*kinnabaris*) festette meg a liliomhagymát, hogy az vörös virágokat teremjen (*Geop.* XI 20 6).

Alexander Severus idején kiváló afrikai származású agronómusok is működtek: az egyik, *Iulius Africanus* (*Iuliosz Afrikanosz*) különösen a kerti növények s a zöldségfélék termesztésére adott hasznos útmutatásokat, a másik *Q. Gargilius Martialis* szintén kiváló kertészeti szakember volt. *De hortis* (*A kertekről*) című munkáját a késő antik *Cassiodorus* meleg szavakkal méltatja. A mű töredékeit részben a késő antik ún. *Medicina Plinii* függelékeiben találhatjuk meg, ahol a kerti növények gyógyhatásáról esik szó, részben pedig a 4. századi agrártudós, *Rutilius Palladius* őrizte meg, aki többször hivatkozik rá. Nagy elismeréssel írt róla az 5. századi *Servius* is *Vergilius Georgicájának* magyarázataiban.

A *Medicina Plinii*hez csatlakozó *Gargilius Martialis*-féle szövegben négy fejezet olvasható a kerti gyümölcsfákról, mégpedig először a birsről (*Cydonia oblonga*): a szerző részletesen leírja termelése módját, majd a gyümölcs megőrzésére, végül pedig orvosi felhasználására ad hasznos tanácsokat. A további fejezetekben az őszibarackról, majd a manduláról, végül pedig a szelídgesztenyéről írt szerzőnk. A manduláról (*Amygdalus*) írt fejezetből *Palladius* is merített: elmondja, hogy *Martialis* szerint a még zölden leszedett mandula mézben eltéve még egy év múlva is hasznos gyógyszer (*Opus agriculturae* II 15 19). A vatikáni könyvtárban ránk maradt töredékekből tudjuk, hogy szerzőnk az említetteken kívül még számos gyümölcs orvosi felhasználásával foglalkozott. Más töredékek arra utalnak, hogy az állatorvos-tudományban is jártas volt.

Gargilius Martialis tanításai — mint erre már utaltunk — leginkább az utolsó név szerint ismert római mezőgazdasági író, *Rutilius Taurus Aemilianus Palladius* írásain keresztül hatottak a későbbi időkre. *Palladius* valószínűleg galliai születésű volt, s a 4. század második felében működött. Említett főműve a mezőgazdaságról (*Opus agriculturae*) az általános bevezetés után az évszak hónapjainak megfelelően 12 könyvben tárgyalja az egyes hónapok teendőit, tehát összesen 13 könyvből áll. Az I. könyv, a bevezető rész, a hagyományoknak megfelelően abból indul ki, hogy a mezőgazdaság-tudomány négy dologból („*de quattuor rebus*”) tevődik össze, illetve ezek vizsgálatára alapszik: levegő, víz, föld és munka (*industria*). Az I. könyvben a mezőgazdasági építményekkel foglalkozik legrészletesebben, ebben bizonyára *Vitruviustól* tanult a legtöbbet. Az egyes hónapokra vonatkozó könyvek természetesen nem egyenlő terjedelműek, hiszen a teendő sem ugyanannyi a különböző hónapokban. A mű főként a veteményeskertekben és a gyümölcsösökben végzendő munkákat foglalja röviden össze, mint említettük,

főként *Gargilius Martialis*, továbbá régebbi szerzők, főként *Columella* tanítása nyomán. Márciusban, áprilisban és júniusban aránylag terjedelmes fejezet jut a méhészetben elvégzendő teendőknél, sőt más hónapokban is történik hosszabb-rövidebb utalás a méhészmunkájára. Januárban a baromfiudvarban végzendő feladatokról sem feledkezik meg. Bármennyire is hivatkozik szerzőnk a korai római agrártudósokra, munkájának társadalmi háttere teljesen más, mint azoké. *Palladius* ugyanis nemcsak az egyszerű mezőgazdasági dolgozókat (*rustici*) említi, hanem a különböző szakterületek specialistáinak munkájáról is szó esik nála, s a tulajdonos távollétében az egész gazdaságot helyettesíti, az *agri praesul* (I 16 18) irányítja. Ez a mű tehát világosan tükrözi az antik földművelés-rabszolgatartó társadalomban bekövetkezett mélyreható változásokat, a késő antik hatalmas nagybirtokok kialakulásával a mezőgazdaság számára megváltozott új feladatokat.

Palladius az említett munkáján kívül a gyümölcsfák beoltásáról is írt (*De initiatione*). Ez rövid prózai bevezetés után 170 soros költeményben magyarázza el a gyümölcskertészet legfontosabb tennivalóit. Akárcsak *Plinius*, *Palladius* is nagy hatást gyakorolt a középkor agrártudományára. Egyébként — a korai mintaképeihez hasonlóan — *Palladius* is foglalkozott a háziállatok betegségeivel, főként *Columella* és a görög állatorvostudomány eredményeinek felhasználásával 14 fejezetből álló könyvet írt erről a témáról (e munkájára alább még visszatérünk).

Palladiust a görög tudósok közül a szíriai Berytoszból származó *Vindanióniosz Anatoliosz* kivonatolta. A szíriai görög tudós, a nagy rétor és filozófus, *Libaniosz* polgártársa a 4. században a római gazdasági élet szempontjából kulcsfontosságú keleti tartományban nagy összefoglaló mezőgazdasági szöveggyűjteményt állított össze, amely később az említett bizánci *Geoponika* alapjává vált. *Vindanióniosz* nagy műveltségű, alapos kritikai érzékkel bíró tudós volt, aki maga is járatos volt az agrártudományok különböző ágaiban, a növénytermesztésben és az állattenyésztésben egyaránt. Többek közt ő is foglalkozott azzal a gondolattal, hogyan érhető el, hogy a liliom virága szép bíborszínű legyen; ő azt a tanácsot adta a kertészeknek, hogy 10–12 virágzó liliomot tövestől tépjenek ki, és tegyék füstre. Majd a szárazból kis, hagymaszzerű gyökök nőnek, s ha eljön az ültetés ideje, a szárazakat vörös bor seprűjébe kell helyezni. . . (*Geop.* XI 20).

Kassziosz Basszianosz, a bizánci *Geoponika* összeállítója, művének készítésekor *Florentinus* mellett különösképpen *Vindanióniosz* kortársára,

az alexandriai *Didymosz*ra, illetve annak 15 könyvből álló *Georgikájára* támaszkodott. A változatos tartalmú, a jó megfigyeléseket helyenként mágikus praktikával keverő munkából a bizánci tudomány főként a kerti növények természetére vonatkozó részeket őrizte meg. Szerzőnk, minthogy egyiptomi származású volt, kitűnően ismerte a Földközi-tenger déli partvidékének szubtrópusi jellegű növényeit, s ezért nemcsak a korai rózsa (*rhodón proimon*) nevelésére adott jó tanácsokat, hanem többek közt a datolyapálmáról és a fügeről is írt elveszett munkájában. A kertművelés, a trágyázás általános gyakorlatára is hasznos útmutatásait őrizte meg a *Geoponika*, pl. fontosnak és hasznosnak tartotta *Didymosz* a hamuval való trágyázást „amely természeténél fogva meleg s megöli a földi bolhákat (*tas phyllas*) és a férgek s más ilyen állatokat” (*Geop.* XII 4 2). Afrikai származású lévén, érthető, hogy a háziállatokról szóló részben részletesen foglalkozott a tevékkel, a dromedárral és a baktriai-val egyaránt (*Geop.* XVI 22).

A *Georgika*-irodalom záróakkordja a római világban az 5. századi *Servius* műve, amelyben *Vergilius* költeményéhez ír magyarázatokat. A tudománytörténet sokszor idézi a *Georgika* II 374. sorához írt megjegyzéseit az őstulok nyugat-európai előfordulásáról.

E) Hippiatria — Mulomedicina

Az antik állatorvos-tudomány sajátos helyet foglalt el az *agricultura* és a *medicina* között: *Varro* szerint kétféle állatorvoslás lehetséges: az egyik a csordások egyszerű gyakorlati munkája, a másik a *medicus* szakszerű működése. Mindenesetre bizonyos, hogy a kezdetek — mint *Hésziodosz* vagy *Xenophón* és mestere, *Szimón* munkássága mutatja — szorosban kapcsolódtak az állattenyésztéshez. Komoly bonctani, élettani ismereteken alapuló fejlődése a hellenizmusnak köszönhető. Valószínűleg ez időben keletkezett a rómaiak által *Mulomedicina Chironis* néven emlegetett munka, amelyet az állat- és emberorvoslás mitikus ősének, a félig ló alakú *Kheirón*nak személyéhez kapcsolt a hagyomány. Ugyancsak hellenisztikus munka egy, *Arisztotelész*nek tulajdonított, 9–10 fejezetből álló mű, amelyről a hagyomány azt tartotta, hogy a sztagírita tudós tanítványa, *Alexandrosz* (Nagy Sándor) számára írta. A munkát nemcsak

az európai középkor ismerte, hanem arabra, majd törökre is lefordították (ez említi először a latinul „*malleus*” néven ismert súlyos lóbetegséget, a „takonykórt”).

Magától értetődik, hogy az állatorvos-tudományban a legértékesebb háziállat, a ló gyógyításának volt a legnagyobb szerepe, ezért emlegetik ezt a tudományt a görögök *hippiatria* (lógyógyászat), illetve a rómaiak *mulomedicina* (öszvérgyógyászat) néven. Jelentősége tehát a klasszikus világ népeinek a lótenyésztő perzsákkal, majd különböző nomád népekkel való békés és háborús kapcsolatainak növekedésével egyre inkább erősödött.

Sajnos a korai római idők, sőt a kora császárkor állatorvosairól alig-alig tudunk valamit, ezekről csak különböző mezőgazdasági írók, *Mago*, *Cato*, *Varro*, *Vergilius*, *Columella* stb. műveiben ránk maradt állatorvosi vonatkozású részekből van tudomásunk. Így pl. a *Valerius Maximus* által dicsért görög származású állatorvos, *Hérophilosz* munkásságáról úgyszólván semmit sem tudhatunk. Ő bizonyára *Julius Caesar* és *Varro* korában működött.

A görög állatorvos-tudományról a legtöbbet a *Corpus Hippiatricorum Graecorum* nevű gyűjtemény árul el, amelyet *Kónsztantinosz Porphyrogenétosz* (*Bíborbanszületett Konstantin*), 10. századi bizánci uralkodó állíttatott össze. Ez a gyűjtemény mintegy 15 orvos tanítását tartalmazza, gyakran egymás mellé állítva az egyes betegségekről szóló különböző nézeteket. A gyűjtemény újabb elemzései nyomán úgy tűnik, hogy a görög állatorvos-tudomány viszonylag magas színvonalon állott: *alapos bonctani ismeretek alapján nemcsak a végtagok sérüléseit tudták operatív úton gyógyítani, hanem egyes belszervek kóros elváltozásait is.*

A 4. században egyre fontosabbá vált a római hadsereg számára a gyorsan mozgó lovasegységek felállítása, hiszen csak ezáltal remélheték, hogy döntő csapást gyakorolhatnak a Kelet felől támadó lovas népekre, különösen a szarmata-jazigokra, akik már *Traianus* idején (98–117) is fenyegették a birodalmat, de igazán veszedelmes ellenfélle csak *Nagy Konstantin* idején váltak, aki 332–334 között nagy hadjáratot indított ezek ellen az iráni eredetű népek ellen. Ebben a hadjáratban a császár seregében „*hippiatosz*”-ként működött a kisázsiai Bithynia tartományból származó *Apszyrtosz*. Tanításait nemcsak az említett bizánci korból ránk maradt gyűjtemény őrizte meg, hanem arab kéziratok is.

A késő antik idők legismertebb állatorvosai közé tartozott *Hieroklész*,

aki a 5. század végén vagy az 6. század elején működött. *Hieroklész* nem volt képzett állatorvos, valódi foglalkozása jogtudós volt, munkája mégis az említett gyűjtemény egyik fő forrását képezte. Természetesen nem sok eredetit nyújtott, főként *Apszyrtosz* tanait követte.

Az említett *Corpus* leggyakrabban említett szerzői közé tartozott még egy bizonyos *Hippokratész* — aki azonban nem volt azonos a nagy kósi orvostudóssal —, továbbá *Pelagoniosz*, többek között az utóbbi tanítása nyomán ismerteti a gyűjtemény a lovak életkorának meghatározását a fogazat alapján.

A 4–5. század görög állatorvosai közt kiemelkedő hely illeti meg a magnesiaai *Theomnésztoszt*. Teljes művét csupán egy 9. században készült arab fordítás őrizte meg, a *Corpus* csupán töredékeket idéz művéből. Így pl. *Apszyrtosz* és *Hieroklész* állatorvosoknak a „merevgörcsről” (*tetanusz*) szóló tanításai után *Theomnéosztoszé* következik: „A *tetanusz* a lovaknál és más igavonó állatoknál nem másért, mint a hideg miatt áll elő, amikor az Akhillész-inak nagy erővel görcsösen összerándulnak. Azért nevezik ugyanis így a *tetanuszt*, mert az egész test megmerevedik (*tanyuszthai*), legfőképpen a fej, a fül és a nyak. Az állat addig él, amíg a szívét el nem önti a hideg, amikor az is kihűlt, kimúlik” (*Havas László* fordítása). A tudós állatorvos mindezt a pannóniai *Carnuntum* mellett figyelte meg, mikor február hónapban a császárt kísérte hadjáratában. A továbbiakból az is kiderül, hogy ez a *tetanusz* nem a mai szaknyelv szerinti betegség volt, hanem *fagyás*. A gyógyítás ugyanis úgy történt, hogy a *hippiatrosz* olyan tüzet rakott a beteg állat, pontosabban kedvenc gall ménje körül, amely nem sütölt. Mikor már a melegtől az állat mozogni kezdett, akkor a következő gyógymódot alkalmazta: „Volt nálam — írja — az iszákban fűszerezett seprős bor, s mivel az állat sem enni nem tudott, sem az állkapcsát nem volt képes mozgatni, búzakenyeret áztatva az italba, háromszor megittattam a földön fekvő jószágot. Volt nálam egy erősítő orvosság is — folytatja —, amelyet a hideg ellen természetes gyógyszerekből készítettem magamnak. Ezt ciprusi olajban feloldva, megkentem vele a lovat, amely nyomban elkezdett izzadni, mozogni, enni. . .” (*Havas László* fordítása.)

A késő ókor legelesebb latinul írott állatorvosi munkája *Publius Vegetius Renatus* műve. Ez az *Ars Veterinaria*, vagy más néven *Digestorum artis mulomedicinae*, melynek szerzője valószínűleg az 5. század első felében működött. A volterrai születésű férfi eredeti foglalkozásáról

eltérők a vélemények: van, aki azt állítja, hogy lókereskedő volt, ám ez nagyon is kérdéses, hiszen másik műve a hadművészetről szól.

Vegetius az ún. methodikus iskola (melyről alább lesz szó) szellemében a lovak betegségeinek rendszeres összefoglaló tárgyalását nyújtotta, s ezáltal műve az egész középkor és a reneszánsz tudomány számára is alapvetővé vált; a 15. században a magyar orvos-filológus *Zsámboky (Sam-bucus) János* buzgólkodott kiadása érdekében. Íme két rövid fejezet művéből:

„[Ha az állat vért hány] ... seprőzanótnak (*genestae*) a nedvét kell adni neki borral, vagy pedig a pofáján át lúggal és olajjal kevert pórégagymalevet kell beleönteni. Néha az állatok vért hánynak, őket ezzel az itallal kell gyógyítani: ponthusi ürömöt és nárduskalászt [*spicam nardi*] egyenlő súlyban főzz meg vízben új üstöt használva és itallal add be” (*Digest.* 2 77).

(A bibircsók gyógyításáról.) „Néha bibircsókok keletkeznek a tüszőben [*in folliculo*] vagy a végbélnyílásában (*in ano*), illetve a test más részein, s az eltorzulás hibáját hozzák magukkal. Ilyen módon kell őket kezelni: egy finom fonállal el kell szorítani magát a bibircsókot, majd helyezzünk rá nyers marószert, s a szemölcs magától leesik. Vassal is vágják majd, s égető készülékkel kissé megpörkölve gyógyul” (*Digest.* 2 81. *Havas László* fordítása).

F) Az orvosi szemlélet változásai

1. A hellenisztikus orvostudomány irányai

A hellenisztikus orvostudomány történetét és irányait először *Celsus* foglalta össze, folytatván a korábban idézett fejtegetéseit:* „*Dioklész Karysztios* (= *Karysztoszból* való), majd *Praxagorasz* és *Khryszippasz*, azután pedig *Herophilosz* és *Eraszisztratosz* művelték e szakterületet, de úgy, hogy mindannyian a gyógyítás különféle útjain haladtak.

Abban az időben három részre osztották az orvostudományt: az első részbe sorolták az étrenddel való gyógyítást, a másodikba a gyógyszerekkel, a harmadikba a kézzel történő orvoslást. Az elsőt a görögök *diatetí-*

* Az eredeti szövegben a görög nevek latin helyesírással szerepelnek.

kénak hívták (a kímélő étrend tudománya), a másodikat *pharmakeutiké*-nak (gyógyszertan), a harmadikat *kheirurgikénak* (egyes kiadásokban: *kheirurgia* = sebészet). A táplálkozással gyógyító tudományág igen neves feltalálói megpróbálták eredményeiket elmélyíteni, és maguknak tulajdonították a dolgok természetének megismerését is, mintha enélkül az orvostudomány csonka és esetlen lenne. Utánuk *Szerapión* következett, aki elsőnek vallotta, hogy ez az elméleti tanítás egyáltalán nem tartozik az orvostudományhoz, amelyet ő kizárólag a gyakorlattal és a tapasztalással kapcsolt össze. Őt *Apolloniosz* és *Glaukiosz*, majd jóval később a tarentumi *Heraklidész* és más, nem középszerű férfiak is követték, akik magukat e felfogás alapján empirikusoknak nevezték. Így az étrenddel való gyógyítás szakterülete is két részre oszlott, mivel egyesek csak elméleti tanításnak, mások pedig csak gyakorlatnak tekintették. Azok az orvosok, akik az előbb említett személyek után éltek, mit sem változtatva vették át a tanokat, amíg *Aszklépiadész* nagyrészt át nem alakította az orvoslás elméletét. Követői közül nemrégiben maga az idős *Themiszón* tért el valamelyest az ő tanától. Leginkább e férfiaknak köszönhető a számunkra oly üdvös tudomány fejlődése”.

Ebből a nagyvonalúan rövid összefoglalásból is kiderül a görög orvostudomány fejlődésének két lényeges iránya: egyrészt a hippokratészi kor után különböző elvi megfontolások alapján iskolák alakultak ki, másrészt ez a differenciálódás az orvosi *techné* különböző szakterületein is érvényesült, vagyis az orvostudomány egyes területei *önállósultak*. A szaktudományi fejlődés magától értetődően nagy jelentőségű új eredményeket hozhatott a *medicina* történetében.

A klasszikus és a hellenisztikus kor orvostudományát azok a tudósok kapcsolják össze, akik még a korai természetfilozófia és az athéni Akadémia bölcséletét ültették át az orvosi elmélet és gyakorlat síkjára. A dél-italiai Lokroiból származó *Philisztion* sajátos módon egyesítette a természetfilozófus és orvos, *Alkmaión* elméletét *Empedoklészé*vel: szerinte ugyanis a négy őselem harmóniájától függ az egészség. Az élet főelve szerinte a *pneuma*, vagyis a levegő, a lélegzet, amely a testet mozgatja, élteti. Ha ennek működését káros nedvek befolyásolják, akadályozzák akkor a szervezet megbetegszik, sőt a halál is bekövetkezhet. Figyelemre méltó, hogy tanításait *Platón* is helyeselte, sőt *Timaiosz* című művében értékesítette.

Hasonló elméleti alapokon állott a karysztoszi *Dioklész*, aki az előzőnek fiatalabb kortársa volt, s az i. e. 4. század derekán működött Athén-

ban. *Galénosz* azt állítja róla, hogy ő volt az első, aki összefüggő bonctani munkát írt. Kutatásainak elvi alapjaiban *Arisztotelész* hatása alatt állott, azonban egyéb tanításokat is beleépített orvosi elméletébe, így átvette a hippokratészi humorálpatológiát, sőt az előző orvoshoz hasonlóan ő is vallotta az empedoklészi tant az elemek szerepéről az egészségben, s a *pneuma* szerepét is hangsúlyozta. Alapvető művet készített a gyógygyógyászokról. *Dioklész*, akárcsak *Hippokratész*, a kósi orvosi iskolához tartozott, amelynek szellemi központja mindvégig a sziget híres Aszklepiosz-szentélye volt, hiszen az istenség tisztelete és a gyógyítás az antik ember számára elválaszthatatlan volt.

A hellenisztikus kor leghíresebb kósi orvosa *Praxagorasz*, aki i. e. 300 táján működött. Számos könyvet írt anatómiai és diagnosztikai témákról. Ő különítette el elsőként a verőereket (artériák) a visszerektől (vénák). Ez a Hippokratész-tanítvány nem kevesebb, mint tizenkétféle testnedvet különböztetett meg, amelyek — szerinte —, akárcsak a vér, a táplálékból keletkeznek. A belbetegségek gyógyításában is kivált, s ő dolgozta ki az érverés jelentőségét a betegségek kórisméjében. Sem az ő, sem kiváló tanítványai — *Philotimosz* és az athéni *Mnesziheosz* — írásai-ból nem maradt ránk egyetlenegy sem, csupán késői idézetekből tudunk munkásságáról.

A másik nagy orvosi iskola, a *knidoszi* különösen a perzsa terület felől jövő kulturális hatásokat szívta magába. Ez a város Kisázsia délnyugati partvidékének félszigetén épült, fontos kereskedelmi központja volt az Égei-tenger felé tartó utaknak. Az elő-ázsiai világgal való kapcsolatok magyarázzák azt is, hogy az iskola legrégebbi ismert orvosa, *Euryphrósz*, *Hippokratész* idősebb kortársa, a babiloni orvostudomány alapján, a tünetek különbözősége szerint osztályozza a betegségeket. Nőgyógyászati tanításait a római kor görög orvosai őrizték meg.

II. Artaxerxész perzsa király udvarában működött az i. e. 400 körüli időkből a knidoszi iskolához tartozó *Ktésziász* is, akinek azonban nem annyira orvosi munkássága, mint inkább Indiáról írott könyve volt híres az ókorban. A knidoszi iskolához tartozott *Nikomakhosz*, *II. Amüntasz* makedón király orvosa is, kinek számos orvosi és természetrajzi munkája mind elveszett. Fia, *Arisztotelész* tehát a knidoszi tanításokat adta át tanítványának, *Menónnak*, aki — mint a londoni nagy orvosi papirusz tanúsítja — az első orvostörténetet írta.

Knidoszban tanult az *Khryszipposz* is, aki *II. Ptolemaiosz* egyiptomi görög uralkodó udvari orvosa lett Alexandriában, majd belekeveredvén

az uralkodó elleni összeesküvésbe, hálállal bűnhődött. Sajnos írásai elvesztek, pedig — mint a fenti idézet tanúsítja — *Celsus* még ismerhette őket. Csak annyit tudunk róla, hogy gyógynövénytantal foglalkozott, s csatlakozott az alexandriai orvosi iskolához.

A hellenisztikus időkben ugyanis a tudomány- és művészetpártoló Ptolemaiosz uralkodók támogatásával *Alexandria* vált a görög orvostudomány egyik legjelentősebb központjává. Vitatott kérdés, hogy az egyiptomi oryosok, akik mumifikációval is foglalkoztak, milyen hatást gyakorolhattak a görög orvostudomány fejlődésére. Bár kézenfekvőnek látszik, hogy az ő emberbonctani ismereteik hasznosakká váltak a görög tudomány számára, hiszen a klasszikus görög orvosok csak állatokat boncolhattak, ám másrészt az is bizonyos, hogy a Ptolemaioszok birodalmában éles társadalmi ellentét volt az egyiptomi és a görög orvosok közt, ami megnehezítette a tapasztalatok átvételét. Az anatómiai ismeretek terén ez a hatás csak részben bizonyítható, az orvostudomány más területén azonban nem vonható kétségbe a helyi hagyományok hatása az alexandriai görög tudományra. Így pl. a sebészetben alkalmazott érzéstelenítés — a híres *Mandragora officinarum* hatóanyagának, a *scopolaminum*nak a felhasználásával — jelentős fejlődést hozott a görög orvostudományban.

Az alexandriai orvosi iskola vezető egyéniségei a *khalkedoni Hérophilosz* (i. e. 355–280) és a kéoszi *Eraszisztratosz* (kb. i. e. 300–240) voltak. A kisázsiai származású *Hérophilosz* művei sem maradtak ránk eredetiben, de valószínűnek látszik, hogy ő már emberi holttesteket is boncolt. Amennyiben hihetünk egy késői forrásunknak, az észak-afrikai ókeresztény írónak, *Tertullianus*nak (kb. 160–230): ő ugyanis *A lélekről* (*De anima*) szóló könyvében (10. fejezet) azt állítja, hogy *Hérophilosz* 600 holttestet boncolt fel! A feltűnően magas szám hitelességét a bonctani eredmények alátámasztani látszanak, mert a műveiből *Galénosznál* ránk maradt hivatkozások szerint az alexandriai tudós — különösen az agy és az idegrendszer anatómiájában — jelentős eredményekre jutott. Így többek közt az agyvelőben *felfedezte a látókamrát* (*ventriculus opticus*). Továbbfejlesztette az i. e. 5. században működött dél-itáliai orvosnak, *Alkmaion*nak a tanítását, mely szerint az idegek ingervezető szervek. Jóllehet még nem tudta határozottan elkülöníteni az érző- és a mozgatóidegeket, de felismerte, hogy az inak az izmok végződésai, s hogy az idegek attól teljesen eltérő, az aggyal összefüggő képletek. Megállapította, hogy *az érverés a szív működés eredménye*, és a pulzusszámot

víziórával mérte. Jelentős eredményei vannak a zsigerten terén is. Az élő szervezetet szerinte négy erő irányítja: a tápláló, a melegítő, a gondolkodó és az érző erő. Új gyógyszereket is feltalált pl. a nappali rossz látás, más néven „éjjeli látás” (*nyctalopia*) gyógyítására.

Hérophilosz az élettudomány elméleti kérdéseivel is behatóan foglalkozott, akárcsak *Theophrasztosz* és *Sztratón*. Ő is írt egy művet az okokról (*Peri aitión*), amelynek tanításait *Galénosznak* egy, az *Előre ható okokról* (*De causis procatacitis*) című munkája idéz – ebben hangsúlyozza, hogy „egy ok van adva, ám ez csak feltételes értékű”, de hogy valójában egy vagy több okok léteznek-e, azt biztonsággal nem lehet állítani.

A másik kiemelkedő alexandriai orvos *Eraszisztratosz* volt. A knidoszi *Khryszipposz* tanítványának, *Metrodórosznak* (*Arisztotelész* mostoha-fiának) irányítása mellett sajátította el az orvosi *technét*. Elméleti és gyakorlati munkásságát egyaránt nagyra becsülték: midőn *I. Antiokhosz* királyt sikeresen meggyógyította, az uralkodó 100 talentum honoráriumban részesítette (a talentum a legmagasabb pénzegység volt az ókorban). Róla és *Hérophiloszról* feljegyezte *Celsus*, hogy élőket is boncolt. Ennek a merőben új módszernek indokolásául hallgassuk meg a római orvos véleményét, aki hangsúlyozván a holttestek boncolásának fontosságát, a betegségek helyes felismerése és gyógyítása szempontjából, így vélekedik: „Messze a legjobban cselekedett *Eraszisztratosz* és *Hérophilosz*, ők még élő bűnözőket boncoltak fel, akiket a királyok a börtönből bocsátottak rendelkezésükre s amíg még volt élet a vizsgáltakban, addig szemlélték meg, amit a természet korábban elrejtett előlük: a szerveknek a fekvését, színét, alakját, nagyságát, elrendeződését, hogy mennyire kemények, lágyak és simák, hogy miként kapcsolódnak egymáshoz. Megfigyelték továbbá egyes szervek kitüremkedését, illetve bemélyülését, s azt, hogy mely szervünk miképp illeszkedik be egy másik testrészbe, vagy melyik rész hogyan fogad be egy másikat. És ha belső fájdalom támad, az az ember nem fogja tudni, hogy mi fáj, aki nem ismeri, hogy melyik belső szerv hol fekszik és micsoda, és nem is képes meggyógyítani a bajt, aki nem tudja, hogy az mi. És mikor sebesülés következtében valakinek a zsigerei napfényre kerülnek, az, aki nem ismeri az egészséges testrészek színét, nem fogja tudni, hogy mi a sértetlen, és mi változott el, és így ő nem tudja majd gyógyítani a megbetegedett részeket. Hatékonyabban lehet kívülről alkalmazni a gyógyszert, ismerve a belső szervek helyzetét és alakját, tudván nagyságukat is. Nem kegyetlen dolog tehát, ahogy többen állítják, bűnözőknek, mégpedig közülük is csak néhánynak a halálbünte-

tése révén keresni a gyógyítás útját minden elkövetkezendő nemzedék ártatlan emberei számára.” (*Celsus, De medicina, proemium. H. Deák Gyöngyi fordítása.*)

Mindazonáltal más összefüggésekben az élveboncolással kapcsolatban aggályok is felmerültek. Hallgassuk tovább, hogyan látja az *Eraszisztratosz* és követői által felvetett lényeges gyakorlati és elméleti kérdéseket az orvostudomány legelmélyültebb római ismerője, *Celsus*:

„...ami itt következik, kegyetlenség is: élő emberek hasát és beleit felmetszeni, és azt a mesterséget, amelynek az emberi egészség megóvására kellene szolgálnia, arra felhasználni, hogy valakinek ne csak a pusztulást, hanem a legszörnyűbb kínszenvedést okozza főleg akkor, ha a nagy kegyetlenség árán kutatott dolgok közül némelyiket meg sem lehet teljesen ismerni, másokat meg e gáztett nélkül is meg lehetne tudni. Mert mihelyt a testet felmetszették, a szervek színe, simasága vagy lágysága, keménysége vagy összes hasonló tulajdonsága már nem olyan, mint amilyen a test érintetlen állapotában volt: a félelem, fájdalom, éhség, gyomorrontás, fáradtság és ezer más kisebb kellemetlen körülmény miatt ezek a sértetlen szervezetekben is gyakran elváltoznak, így annál inkább valószínű, hogy a súlyos sebek és a kegyetlen mészárlás miatt az érzékenyebb és fényhez nem szokott belső részek szintén eltorzulnak. Nincs ostobább dolog, mint azt képzelni, hogy a haldokló vagy a halott emberben úgy maradnak a dolgok, mint amilyenek életében voltak. Élő emberben fel lehet nyitni a kevésbé lényeges alhast, mihelyt azonban a kés a mellhez ér és el metszi a harántirányú válaszvonalat, amely a felső testrészeket az alsóktól egy hártyaszerű valamivel elválasztja — a görögök ezt *diaphragmának* nevezik —, az ember tüstént kiadja lelkét; így a mészáros módjára viselkedő orvos szeme elé úgy tárul az ekképp elhunyt melle és egész belső része, mintha egy halottat és nem egy élő vizsgálna. Az egész csak arra volt jó, hogy az orvos kegyetlenül megölt egy embert, de arra nem, hogy megtudjuk: milyenek a belső szerveink életünkben. Mégis gyakran a véletlen kínál alkalmat a gyógyítással foglalkozóknak arra, hogy élő emberben vegyék vizsgálat alá, milyen is valamelyik szerv. Mert megesik, hogy a gladiátor az arénában, a katona a csatasorban, vagy az utas, akit útonálló fogtak el, úgy megsebesül, hogy egyiknek ez, másiknak az a belső része válik láthatóvá. Így az előrelátó orvos meg tudja ismerni a testrészek elhelyezkedését, fekvését, elrendezését, alakját s más hasonló dolgokat, s eközben nem gyilkosságra, hanem gyógyításra törekszik: tehát irgalmas cselekedet közben tanulja meg

azt, amit mások borzasztó kegyetlenség árán ismertek meg. Így a halottak szétmarcangolására sincs szükség (amely ugyan nem kegyetlen, de rút cselekedet), mivel a legtöbb dolog másképp néz ki a holttestekben, amennyit pedig az élőkől meg lehet ismerni, az a gyógyítás során is megmutatkozik.

Mivel e kérdéseket már sok kötetben és szenvedélyes viták során fejtegették és fejtegetik ma is gyakran az orvosok, elő kell végre adnunk a hozzánk legközelebb álló nézeteket. Ezek nem csatlakoznak egyik véleményhez sem, de nem állnak túlságosan messzi sem a két felfogástól, hanem bizonyos mértékig az ellentétes nézetek között foglalnak helyet. Ezt a szempontot kellene a legtöbb vitában elfogadnia azoknak, akik elfogultság nélkül akarják az igazságot kutatni, ahogy ez a jelen esetben is történik. Maguk a filozófusok sem képesek biztosan megérteni, hanem csak következtetéssel jönnek rá arra, hogy végső soron mi az oka a jó egészségi állapotnak, vagy mik idéznek elő betegségeket, hogy hogyan veszünk lélegzetet, vagy hogyan emésztjük az ételt. Ha valamely dologról nem biztosak ismereteink, a vele kapcsolatos vélekedés sem vezethet rá a biztos gyógyszerre. Az az igazság, hogy az orvosi elmélethez nem nyújt semmi más többet, mint a tapasztalás. Sok dolog van, ami nem tartozik szorosan egy-egy mesterséghez, mégis segítséget nyújt azáltal, hogy a mester gondolatait felébreszti: így pl. a természet dolgainak megfigyelése, ha önmagában még nem is tesz orvossá, de alkalmasabbá és tökéletesebbé teszi őt a gyógyításra. Valószínű, hogy *Hippokratész*, valamint *Eraszisztratosz* és a többiek, akik nem elégedtek meg azzal, hogy csak a lázas állapottal és a fekélyekkel foglalkozzanak, hanem valamilyen formában a dolgok természetét is kutatták, bizony nem ezért váltak orvosokká, hanem ezáltal csak nagyobb orvosok lettek. Az orvostudomány terén is gyakran szükség van az elméletre, ha nem is éppen a rejtett okok vagy a természetes folyamatok vizsgálata esetében.* Ugyanis a gyógyítás következtetéseken alapuló tudomány, de sokszor nemcsak a következtetés, hanem a tapasztalás is cserbenhagyja. Néha sem a láz, sem az evés, sem az álom nem a szokott módon megy végbe.

Ritkábban ugyan, de egyszer-egyszer új betegség is támad: nyilvánvalóan téves az a feltevés, hogy nem eshetik meg ilyen. Pl. napjainkban is egy római lovag felcsége néhány óra leforgása alatt úgy halt meg, hogy

* *Marx* kiegészítése: hanem azon betegségek kezelése alkalmával, amelyek nyilvánvaló okokból keletkeznek.

nemi szervéből hus csúszott elő, majd elüszkösödött. A legjelesebb orvosok sem tudtak rájönni a betegség mibenlétére, sem a gyógy módjára. Úgy vélem, nem is próbálkoztak semmit sem tenni, mivel előkelő személyről lévén szó, senki sem akart kockázatot vállalni véleményével, nehogy úgy nézzen ki, hogy ő ölte meg, ha már nem tudott rajta segíteni. Mégis valószínű, hogy tartózkodásukat félretéve ki tudtak volna valamit eszelni, és talán megfelelő lett volna az a módszer, amelyikkel valaki megpróbálkozott volna. Az effajta gyógyítás során nem mindig eredményes az összehasonlítás, és ha eredményes is, mindig következtetéssel lehet rájönni, hogy a sok hasonló betegség és gyógyszer közül leginkább melyik orvosságot kell alkalmazni. Amikor ilyen dolog áll elő, az orvosnak ki kell valami gyógy módot találnia, ami ha nem is minden esetben, de azért gyakran megfelelő. Újra tanácsokért folyamodik tehát, de nem a rejtett dolgokhoz (azok ugyanis kétesek és bizonytalanok), hanem azokhoz, amelyek megfigyelhetők, azaz nyilvánvalók. Mert fontos tudni, hogy a betegséget a kifáradás okozza-e vagy a szomjúság, a hideg vagy a meleg, álmatlanság vagy éhezés, az ételben és italban való dúskálás vagy a mértéktelen élvezethajhászás. Fontos, hogy az orvos jól ismerje a beteg természetét: vajon nedves vagy inkább száraz-e a teste; idegei erősek-e vagy gyengék; gyakoriak-e rosszulletei vagy ritkán jelentkeznek, s ha előállnak, hevesek vagy könnyűek-e, rövid ideig tartanak vagy hosszú lefolyásúak; életmódja tevékeny-e vagy nyugalmas; pazarló vagy takarékos-e. Ezekből és az ehhez hasonlókból ugyanis gyakran új gyógy módot lehet kikövetkeztetni.

Mégsem szabad ezek mellett sem elhaladnunk, mintha semmilyen vita sem lenne velük kapcsolatban. *Eraszosztratosz* ugyanis azt mondta, hogy nem a fentiek okozzák a betegségeket. Mert a különféle emberek, sőt ugyanaz az ember más-más időszakban nem lázadosik be azonos okoktól; és napjainkban bizonyos orvosok, *Themiszón* követőinek szeretvén magukat feltüntetni, azt állítják, hogy semmilyen ok ismerete sem fontos a gyógyításhoz, elég, hogyha a betegségekben a közös jellemzőket vesszük figyelembe. Ezeknek pedig három fajtájuk van: az első a szorulás, a másik a folyás, a harmadik a kettő keveréke, mert vagy kevésbé ürül ki a beteg, vagy túlságosan; vagy az egyik testrészében csekély az ürülés, a másikban túlzott. Ezek a betegségek hol hevesek, hol hosszan tartók, néha rosszabbodnak, néha megmaradnak ugyanabban az állapotban, néha pedig javulnak. Felismerve tehát, hogy melyik esetről van szó, hagyni kell a testet kiürülni ha szorulása van, de ha

hasmenés bántja, akkor el kell állítani; ha mindkettőből ered a baj, a hevesebbiket kell orvosolni. Továbbá másként kell gyógyítani a heveny betegségeket, másképp az idülteteket, másképp az elhatalmasodó betegségeket, másképp az egy állapotban levőket, megint másképp a már gyógyulásnak indulókat. Szerintük a gyógyítás nem más, mint ezeknek a megfigyelése, s ezt úgy határozzák meg, mint valamiféle utat, melyet *methodus*nak neveznek; a gyógyítás ezenkívül a betegségekben levő közös dolgok megállapítása. Ezek az orvosok viszont nem akarják, hogy őket a teoretikusok közé sorolják, vagy azokhoz, akik csak a tapasztalást veszik figyelembe. Az előzőektől abban különböznek, hogy nem akarják elismerni: a gyógyítás a rejtett dolgok értelmezése; az utóbbiaktól azzal a véleményükkel, hogy a gyógyításban kis szerep jut a megfigyelésnek.

Ami *Eraszisztratoszt* illeti, véleményének mindjárt ellentmond az a nyilvánvaló tény, hogy ritkán keletkezik betegség a fentebbi dolgok valamelyike nélkül. Továbbá ebből nem következik, hogy ami az egyik emberre nem hat, az ne ártana a másinak, vagy más alkalommal ugyanannak az embernek. Bizonyos dolgok előállhatnak egy testben, ha az legyengült, vagy ha valamilyen más megpróbáltatás éri, de ezek a körülmények nincsenek meg egy másik emberben, vagy más alkalommal ugyanebben az illetőben. Ezek önmagukban még nem okoznak betegséget, de inkább kiteszik a testet más bántalmaknak. Ha *Eraszisztratosz* kellőképpen elmélyedt volna a dolgok természetének tanulmányozásában, amit az orvosok vakmerően maguknak követelnek, azt is tudhatta volna, hogy semmi sem keletkezik csupán egyetlen dologból, hanem azt kell okának elfogadni, ami a leginkább előidéző tényezőnek tűnik. Lehet, hogy amíg egyik ok magában szerepel, nem hoz bajt, ha pedig másokhoz társul, igen nagy elváltozást eredményez. A dologhoz tartozik, hogy *Eraszisztratosz*, azt állítván, hogy a láz a vérnek az artériákban való szétoszlása miatt áll elő és leginkább akkor, amikor a test túlságosan megtelt vérral — még maga sem jött rá, hogy két, vérral egyformán teli test közül miért lesz beteg az egyik és miért marad mentes a másik minden veszélytől, ahogy ezt naponta megfigyelhetjük. Ebből az ember beláthatja, hogy ha helyes is a bővérűségnek ez az elmélete, a betegség mégsem önmagától áll elő a túltáplált testben, hanem amikor az előbb említett dolgok közül más is csatlakozik hozzá.

Themiszón tanítványai, ha örök érvényűeknek tartják, amiket hirdetnek, mindenki másnál inkább teoretikusak. Mert azt, aki, ha nem is ragaszkodik mindenhez, amit egy másik, ugyancsak elméleti állásponton

levő elismer, nem kell mindjárt más névvel illetni, ha — ami a legfontosabb — nemcsak a hagyományhoz, hanem az elmélethez is hű marad. Ha pedig, s ez jár közelebb az igazsághoz, az orvosi mesterség alig fogad el bizonyos állandó alapelveket, akkor a teoretikusok csaknem oda érkeznek el, mint akik csak a tapasztalást hirdetik; annál is inkább, mivel bármely legjáratlanabb egyén is beláthatja, hogy a betegség kinél okozott szorulást vagy hasmenést. Aki pedig elméleti alapon vizsgálja, hogy vajon mi oldja fel a test szorulását és mi tartja vissza a hasmenést, az teoretikus orvos. Empirikus viszont az, aki ezt a tapasztalatból vezeti le, ahogy azt meg is kell vallania, miután tagadja, hogy ő teoretikus. Így számára a betegség megismerése kívül esik a mesterségén, gyógyítása megmarad a gyakorlati tevékenységnél. Ők nem tesznek hozzá semmit sem az empirikusok mesterségéhez, hanem inkább elhagynak belőle, mivel azok sok mindent figyelembe vesznek, ezek maguk pedig csak a legkönnyebb és csak a közönséges dolgokat. Akik barmokat és igavonó állatokat gyógyítanak, mivel a néma állatoktól nem tudhatják meg, hogy melyiknek mi a baja, éppen csak az általánosságokra támaszkodhatnak: az idegen népek is, mivel nem ismerik a gyógyítás nemes tudományát, csak a közönséges dolgokat látják. És akik nagy kórházakat vezetnek, nem tudják vállalni, hogy minden egyes beteget különös gonddal gyógyítsanak, hanem általános gyógymódoknak vetik őket alá. És, Herculesre, a régi orvosok nagyon is értettek az általános dolgokhoz, de nem voltak ennyivel megelégedve. *Hippokratész*, ez az igen régi orvos is azt mondta, hogy a gyógyítás során az általános dolgokat és a sajátosságokat is figyelembe kell venni. De még a fent nevezettek sem tudják semmilyen módon sem tartani magukat saját elvükhöz: mert ha különfélék is a szorulásból és a folyásból eredő betegségek, könnyebben fel lehet ismerni a folyással járó betegségek jeleit. Más dolog ugyanis vért hányni, más epét, megint más ételt; más a hasmenés, más a hascsikarás miatt szenvedni; nem ugyanaz izzadtság miatt elemésztődni vagy sorvadástól elpusztulni. De a nedvesség olyan testrészeket is megtámadhat, mint a szem vagy a fül: ezt a veszélyt az ember egyetlen testrésze sem kerülheti el. Ezek közül pedig egyiket sem lehet egyformán gyógyítani.

Ilyen esetekben tehát a folyás általános megfigyelése helyett egyedi megfigyelésbe bocsátkozik a gyógyítás. És itt ismét sokszor más sajátos ismeretek szükségesek, mert ugyanazok a szempontok még hasonló esetekben sem mindig segítenek. Vannak ugyanis bizonyos dolgok,

melyek a legtöbb emberben a hasat összehúzzák vagy megoldják: mégis találni olyan embereket, akikben ez eltérő hatást vált ki, mint másokban. Ilyenkor tehát káros a közös dolgok megfigyelése, csak az egyedi jeleké célravezető. Gyakran a betegség okának ismerete is elég, hogy meggyógyítsuk.” (*Celsus, De med. proemium. H. Deák Gyöngyi fordítása.*)

Túl az elméleti kérdéseken s a gyógyítás gyakorlatán — *Eraszisztratosz* tudományos működésének központját a bonctan jelentette. Ismerte a tüdőartériákat, és leírta a szívbillentyűket, amelyek ma is használatos elnevezését neki köszönhetjük. Megfigyelte — akárcsak *Hérophilosz* — a fiatal kecskének alsó testének „artériáit” (valójában hílusedényeit), amelyek szerint néha a tejet, máskor pedig a levegőt továbbítják. Az agyra vonatkozó kutatásait elsősorban állatok boncolásával végezte; felismerte az agytekervények szerepét az értelmi képességekben. A lélek (*pneuma* = levegő) helyét a kisagyban vélte megtalálni. Megkülönböztette az érző- és mozgatóidegeket. Az életenergiát a *pneuma* adja, tehát ez az erő a levegőből jut a tüdőbe, onnan a tüdővénán át a bal szívkamrába, majd a véráram útján az egész testbe. A *pneuma* mint mozgatóerő elvéből származtatta az izmok összehúzódását és kitágulását is, mert az artériákból — szerint — levegő jut beléjük, ezáltal felfúvódnak és megrövidülnek, s így összehúzódva hozzák létre az izmok mozgását. Korához képest kitűnő kórboncnok is volt: felismerte az arthritiszek — ízületi gyulladások — által okozott bonctani elváltozásokat, ismerte a pneumónia — tüdőgyulladás — esetén beálló tüdővércőri pangást, a máj különböző kóros elváltozásait, köztük a kígyómarás okozta mérgezés hatását stb. A betegségek okát a helyesen meg nem emésztett anyag által okozott kóros állapotban, az ún. *plethorában* vélte megtalálni. Erre az elméleti feltételezésre alapult terápiája is, amelyben a téves elmélet ellenére is sok bevált receptet alkalmazott (izzasztószer, diéta, borogatások, érvágás stb.).

Az alexandriai orvostudomány fejlődését az i. e. 3—1. században magától értetődően e két nagy tudós tanítványai fejlesztik tovább. Az ókorban ezeket a követőket két nagy csoportra osztották — figyelembe véve azokat az alapelveket, amelyeket ők a betegségek okainak létrejöttében s a gyógyítás alapelveiben vallottak.

Az egyik iskolát dogmatikus teoretikusnak vagy metodikusnak nevezték; ide számított pl. *Kleophantos* (i. e. 270—240), *Alexandrosz Philaléthész*, aki a pulzustant fejlesztette tovább, továbbá a *memphiszi Apollóniosz*, *Eraszisztratosz* tanítványa és sokan mások, akiknek művei mind

elvesztek, és csak későbbi idézetek, főként *Celsus* és *Galénosz* hivatkozásai őrizték meg emléküket.

A másik, az ún. szkeptikus vagy *empirikus* iskola követői közt a korábbi nagy orvosi központok különböző helyeiről származó orvosokat találunk. Pl. *Philinosz*, aki i. e. 250 körül működött — kósi származású volt, *Szerapión* — az előző fiatalabb kortársa — viszont alexandriai, hiszen nevében is benne van az *Aszklépiosz*sal rokon nagy hellenisztikus-egyiptomi gyógyító istenség, *Szerapisz* neve. Ide tartozott a tarentumi *Héraklidész* is, aki a Ptolemaiosz birodalom utolsó évszázadában, i. e. 75 körül működött, nem beszélve különböző farmakológusokról, akikről később esik majd szó. Ám a nevek további felsorolása helyett hallgassuk inkább ismét a római orvos és orvostörténész, *Celsust*. Nézzük, miként jellemzi ezeket az irányzatokat, az étrenddel kapcsolatos gyógyítás történetéről, módszereiről szólva:

„Mivel az étrenddel való gyógyítás a legnehezebb, de ugyanakkor a legismertebb az orvoslás ágai közül [más kiadásokban: az orvoslás háhárom ága közül], így legelőször erről kell beszélni. Minthogy e téren a kezdettől fogva nézeteltérés van, hisz egyesek úgy tartják, hogy számukra csupán a tapasztalat megismerése szükséges, mások azt vallják, hogy nem elegendő a nagy gyakorlat, ha nem járul hozzá a test és a természet törvényszerűségeinek ismerete, ezért mindkét fél legfontosabb elgondolásait elő fogjuk adni, hogy annál könnyebben közbeiktathassuk véleményünket.

Akik az elméleti tanítást hirdetik, a következőket tartják szükségesnek: először is a betegségeket kiváltó rejtett, majd pedig a nyilvánvaló okokat kell megismerni, ezek után a természetes folyamatokat és legvégül a belső részeket.

Rejtett okoknak nevezik azokat, amelyekből kiindulva kutatjuk, hogy milyen elemekből épül fel testünk, mi okozza a jó vagy rossz egészségi állapotot. Ugyanis nem hiszik, hogy meggyógyíthatja a betegségeket, aki nem tudja azok eredetét. És nem kétséges, hogy más-más gyógymódra van szükség, ha a betegségeket a négy elem közül valamelyik elburjánzása vagy hiánya okozza, ahogy a bölcselők némelyike mondotta; más a gyógymód, ha az egész baj okát a nedvekben (*in umidis*) látjuk, ahogy *Herophilosz*nak ez volt a véleménye; más, ha a lélegzésben [*in spiritu* — a görög *pneuma* megfelelője], ahogy *Hippokratész* gondolta; más, miként *Eraszisztratosz* vélte, ha ti. a vér azokba az erekbe áramlik át, melyek a légzést biztosítják, s ezzel gyulladást okoz, melyet a görögök

phlegmonénak neveznek, és ez a gyulladás olyasféle mozgást idéz elő, mint ami láz esetén áll elő; más a gyógymód, ha a láthatatlan lyukacs-kákon át áramló testecskék megakadva elzárják az utat, ahogy *Aszklépiadesz* állítja. Szerintük az fog valóban helyesen gyógyítani, akit a betegség fő oka nem csal meg. A gyógyítás elméletének hirdetői sem vonják kétségbe, hogy szükség van a tapasztalásra, de szerintük ezt is csak valamilyen elmélet birtokában lehet megszerezni. Mert a régebbi orvosok nem adtak akármit a betegeknek, hanem töprengtek rajta, hogy mi felel meg a legjobban, és a gyakorlatban próbálták ki azt, amire előzőleg valamiképp következtettek. Ebből a szempontból nem számít, hogy a mai időkre kipróbálták-e már a legtöbbet, ha évente mégis új orvosságokat találnak ki, és arról sem szükséges beszélni, hogy a régebbiek tapasztalásra alapoztak-e akkor, ha ezt észbeli megfontolás előzte meg. Ez pedig így volt sok esetben. De gyakran újfajta betegségek támadtak, amelyek esetében semmit sem tud felmutatni az addigi gyakorlat, s ezért meg kell figyelni e bajok eredetét. Énelkül ugyanis senki emberfia nem tudná megokolni, hogy miért inkább ezt és nem amazt a gyógymódot alkalmazzuk. És éppen ezért foglalkoznak a homályban maradó okokkal.

Nyilvánvaló okoknak azokat hívják, ha azt keresik: vajon a betegség kezdetét a meleg vagy a hideg, az éhség, a jóllakottság vagy más hasonló dolgok váltják ki. Azt tanítják ugyanis: a bajnak az tudja útját állni, aki nagyon is jól ismeri az okát.

A test természetes működésének nevezik a belégzést és a kilégzést; azt, ahogy az ételt és az italt magunkhoz vesszük és megemésztjük, valamint azt a folyamatot, amikor a táplálék szétoszlik minden testrészünkben. Azután azt is kutatják, hogy ereink miért húzódnak egyszer össze, más-kor meg miért emelkednek; vagy mi az álom és mi az ébrenlét oka: úgy vélik, ezek ismerete nélkül senki sem tudja megelőzni vagy gyógyítani az ezekből eredő betegségeket. Mivel szerintük a fentiek közül legfontosabb az emésztés, leginkább ezzel foglalkoznak; egyesek *Eraszisztratosszal* az élen azt állítják, hogy az étel a gyomorban megőrlődik; mások *Pleisztónikosszal*, *Praxagorasz* tanítványával együtt azt mondják, hogy megrothad; mások *Hippokratésznek* hisznek, hogy az ételt hő emészt meg. És ezután következnek *Aszklépiadész* tanítványai, akik mindezeket a feltevéseket hamisaknak és fölöslegeseknek tartják, mert szerintük semmi sem emésztődik meg, hanem az anyag nyers állapotban, úgy, ahogy el lett fogyasztva, szétárad az egész testben. Ebben a kérdésben kevésbé egyeznek meg egymással, de abban egyetértenek, hogy a betegségben

szénvedőknek más-más ételt kell adni aszerint, hogy akár ez, akár a másik elmélet az igaz. Mert ha a táplálék belül szétbomlik, olyan ételt kell keresni, ami a legkönnyebben bomlik szét; ha rothad, azt, amelyben ez a folyamat a legtermészetesebben végbemegy; ha hő emésztí el, azt, amely a legtöbb hőt termeli; viszont egyáltalán nem ilyen ételeket kell választani, ha nem emésztődik meg semmi: afféléket kell majd étkül adni, amelyek leginkább megmaradnak olyannak, ahogy azokat elfogyasztották. Ugyanezen megokolásból úgy vélik, hogy a nehéz légzést, a gyötrő ál-mosságot vagy álmatlanságot az tudja gyógyítani, aki előbb megértette, hogy mindezek hogyan jöttek létre.

[Ezután ír *Celsus* a bűnözők élveboncolásáról, melyet idéztünk, majd a másik orvosi iskoláról szól:]

Ezzel szemben azok, akik magukat *empirikusoknak* nevezik, a tapasztalásra támaszkodván, a nyilvánvaló okok ismeretét tartják szükségesnek: azt állítják, hogy a rejtett okok és természetes testi folyamatok kérdését hiábavaló kutatni, mivel a természet nem fürkészhető ki, és hogy azt valóban nem lehet megismerni, kitűnik az erről vitázók véleménykülönbségéből, mivel ebben a kérdésben soha nem tudnak megegyezni sem a filozófusok, sem maguk az orvosok. Miért higgyen valaki inkább *Hippokratésznek*, mint *Hérophilosznak*? Vagy miért inkább ennek, mint *Aszklépiadésznek*? Ha okfejtéseiket akarja követni, egyikük véleménye sem valószínűtlen. Ha gyógymódjukat nézi: mindegyikőjük segített betegeket a gyógyuláshoz. Így nem szükséges kisebbiteni egyikőjük álláspontjának vagy tekintélyének hitelét sem. A filozófusok lennének a legnagyobb orvosok, ha a bölcselkedés azzá tenné őket: mert bár kitűnnek a szavak tudományában, de hiányzik belőlük a gyógyítás tudománya. A gyógyítás módja változik a helyszínek természete szerint is: másra van szükség Rómában, másra Egyiptomban, másra Galliában; ha a betegségeket mindenütt ugyanazon okok idéznék elő, a gyógyszereknek is mindenütt egyformáknak kellene lenniük. Gyakran nyilvánvalóak az okok, pl. a szemgyulladás vagy a seb esetében, de ezekből még nem következik a gyógyító eljárás. Ha szemmel látható ok nem tudja irányítani a gyógyító tudományt, sokkal kevésbé lesz képes az orvoslás arra, amit homály fed. Tehát mivel bizonytalan és érthetetlen a betegség oka, ezért a biztos és kipróbált dolgokban kell oltalmat keresni, vagyis azokban, amelyekre maga a tapasztalás tanított meg a gyógyítás során, ahogy ez minden más mesterség esetében történik. Mert a földművelőt vagy a kormányost sem a vitatkozás tesz azzá, ami, hanem a gyakorlat. És hogy

mennyire nem érintik magát a gyógyítást ezek a megfontolások, abból is látszik, hogy az ellentétes felfogást valló orvosok végül ugyanúgy meggyógyították az embereket. Azért tudták ezt megtenni, mert a gyógyítás útját-módját nem a rejtett okokból és nem a természetes folyamatok ismeretéből merítették, melyeket különbözőképpen fogtak fel, hanem ki-ki saját megfigyeléséből. A kezdeti időkben sem ezekből a vizsgálódásokból eredt az orvoslás, hanem a *tapasztalásból*. Mert néhány olyan beteg, aki mellett nem volt orvos, mohóságában az első napokban mindjárt ételt vett magához, mások undorukban tartózkodtak az evéstől, a betegségük viszont azoknak javult inkább, akik megtartóztatták magukat. Ehhez hasonlóan egyesek lázas állapotban ettek valamit, mások kevéssel előtte, megint mások annak csökkenésével: leginkább azokban hagyott alá a láz, akik annak megszűnte után ettek. Ugyanis egyesek mindjárt a baj kezdetekor bőségesen étkeztek, mások szűkösen: azoknak súlyosbult esete, akik megtömték magukat. Mivel ehhez hasonló dolgok naponta előfordultak, a figyelmes emberek megjegyezték, hogy többnyire mi a célszerűbb eljárás: később ezt kezdték előírni a gyöngélkedőknek. Így keletkezett az orvostudomány, mely lassanként, egyesek felgyógyulása és mások elpusztulása révén el tudta különíteni az ártalmast attól, ami egészséges.” (*De med. proemium. H. Deák Gyöngyi fordítása.*)

2. Kheirurgia és művészet (kitinói Apollóniosz)

Az empirikus orvosi iskolához tartozott az i. e. 1. században a kisázsiai Kitionban született *Apollóniosz*, akinek *Hippokratész Az izületekről* szóló könyvéhez készített magyarázatai – ritka szerencsénkre – teljes egészében ránk maradtak, sőt a firenzei Biblioteca Laurenziana Mediceában őrzött kódexben (*Cod. 74,7*), amely a 9–10. századból származik, a szöveget 30 illusztráció is ékesíti, helyesebben magyarázza. A képek ugyan bizánci átdolgozásban maradtak fenn (az alakokat függönyökkel díszített íves oszloppár között láthatjuk), ám ezek a képek – különösen a különböző kirurgiai-ortopédiai műtétek ábrázolásai – minden bizonnyal az eredeti kézirat illusztrációit követik (a bolognai Biblioteca Universitaria 3632. természettudományi kódexében – amely a 15. század második felében készült másolatokat tartalmaz – ezek a képek a 6. századi bizánci orvos, *Paulosz Aiginatész Kheirurgiájába* vannak illesztve).

A kitioni *Apollóniosz* művének I. könyvében a vállízületek ficamjairól, illetőleg azok műtéti gyógyításairól olvashatunk. A bevezető szavakból kiderül, hogy a szerző művét az egyik Ptolemaiosz uralkodónak ajánlotta, s őt az orvostudományba az alexandriai *Zópyrosz* vezette be. Az illusztrációk a gyógyítás különböző, jórészt különböző függesztőeszközökkel történő módozatait mutatják be, általában két orvos segít az operációban.

A II. könyvben — melyhez 18 illusztráció tartozik — először a könyök-ficam függesztéses gyógyításával ismerkedhetünk meg, majd ugyanennek közvetlen, kézzel történő gyógyításával. Ezt követi a kézcsukló mozgás-sérüléseinek gyógyítása, majd megismerkedünk az áll helyreigazításának módjával. Nehezebb művelet a kiugrott csigolya helyretétele, ehhez ugyanis a többszörösen átkötözött beteget egy létrán fejjel lefelé függesztették fel. Ugyanezt a sérülést akasztásos eljárással is gyógyították, sőt többek közt olyan módszert is alkalmaztak, hogy az orvos a beteg hátgerincére ült vagy állt, s közben a beteget forgatták.

A III. könyv a felső lábszár ficamainak különböző műtéti gyógyításai-val ismertet meg. Az eljárások, amelyekkel ezeket a sérüléseket gyógyították, lényegében az előzőhöz hasonlóak: itt is alkalmazták a felfüggesztést, a létrát, a deszkával való dörzsölést, a ráülést stb. A sebészeti technika története szempontjából igen érdekes a firenzei kódex 24. ábrája: ez ugyanis nem a műtéti eljárást mutatja be, hanem az operációkhoz használt „hippokratészi padot” ábrázolja.

A kitioni *Apollóniosz* műve nagy hatást gyakorolt nemcsak a bizánci középkor, hanem — főként illusztrációi segítségével — a reneszánsz sebészetére is. A 16. századi bolognai festő *Primaticcio* is lemásolta a képeket, majd a sebész *Guido da Guidi*, továbbá a német orvos és természettudós, *Konrad Gesner* (1516–1565), sőt a híres francia sebész, *Ambroise Paré* (1510–1590) is alkalmazta ezeket az eljárásokat, s értékesítette a bizánci kéziratban fennmaradt illusztrációkat.

3. A „gyökérvágók” technéje

„...Amikor az emberek már *gyógyszereket* is találtak, azok használhatóságáról is vitatkozni kezdtek: tehát nem elmélkedés segítségével találták ki a gyógyítást; hanem a gyógy módok megtalálása után kutatták az okokat. Azt is keresték, vajon az elmélet ugyanazt tanítja-e, mint a gyakorlat, vagy mást: ha azt tanítja, fölösleges, ha mást, még ártalmas is.

Eleinte nagy gonddal kellett kivizsgálni a gyógyszerek hatását, most pedig már ismertek azok, s mivel nem találnak újabb fajta betegségeket, így nem kell keresni újabb gyógymódot sem. Mert ha valamilyen eddig nem ismert betegség áll elő, nem kell az orvosnak ismeretlen dolgokról gondolkodnia, hanem mindjárt azt kell megnéznie, hogy melyik betegséghez áll a mostani a legközelebb, és azokkal a gyógyszerekkel kell próbálkoznia, melyek gyakran segítettek hasonló esetben, s így a baj hasonlósága alapján lehet segítséget adni. Nem arról van szó, hogy az orvosnak nincs szüksége megfontolásra, és hogy az értelem nélküli állat is el tudná végezni ezt a mesterséget, hanem hogy a rejtett dolgok ilyen magyarázatásai nem tartoznak a gyógyítás körébe, mivel nem az a lényeg, hogy mi okozza a betegséget, hanem hogy mi szünteti meg” — így gondolkodott a gyógyszerek szerepéről a terápiában a római *Celsus*. (*De med.*, *proem. H. Deák Gyöngyi fordítása*.) A hellenisztikus időkben már önállósult a gyógyszerészet az orvostudomány egészétől, helyesebben voltak olyan orvosok, akik elsősorban a gyógyszerek feltalálásával és készítésével foglalkoztak. Ezeket „*rhyzotomoi*”, vagyis „gyökérvágók” néven emlegetik forrásaink. Ez az elnevezés onnan ered, hogy a legtöbb ókori gyógyszer *növényi* eredetű volt, bár állatokból készült gyógyszereket is gyakran használtak.

Az antik gyógyszertan tehát elsősorban a *botanika* fejlődését segítette elő, de a gyógyászatban felhasznált állati eredetű készítmények, főként pedig a mérges állatok tanulmányozásával a *zoológiát* is jelentősen előmozdította. Az utóbbiaknak — vagyis az állati eredetű mérgek megismerésének — különös jelentősége volt az ókorban, hiszen a Földközi-tenger déli és keleti partjain nagy fajszerű mérges kígyó és mérges ízeltlábú, főként skorpió élt.

Magától értetődő, hogy az állati eredetű mérgek kutatása főként Alexandriában volt „divatos”. Itt élt az i. e. 3. század táján egy *Apollo-dórosz* nevű farmakológus is, aki könyvet írt a kígyó- és skorpiómérgekről s az ellenszereikről. Sajnos ez a mű teljes egészében elveszett, de a *kolophoni Nikandrosz* (i. e. 200 körül) verses művében, a *Thériakában* — amely az állati mérgekről és gyógyszereikről szól — megőrizte tanítását, nem beszélve a római kori *Pliniusról*, aki helyenként név szerint is hivatkozik *Apollo-dóroszra*.

Nikandrosz közel ezersoros költeménye, mint a bevezető sorokból is kitűnik, a különféle vadállatokról és veszedelmes harapásukról, illetve ennek gyógyításáról szól. Mindjárt az elején különféle mérgező hatású

növényfajokkal s a belőlük készült kenőcsökkel ismertet meg. A mű legjelentősebb része a különféle mérges kígyók bemutatása (145–402. sorok). Valóban bemutatásról van szó, mert a munkát – mint *Tertullianus* is írja, s a bizánci időkben készült párizsi kódex (Nemzeti Könyvtár: suppl. gr. 247) is tanúsítja – *illusztrációk* ékesítették. Mintegy harminc mérges kígyóról esik szó, melyeket a rövid leírás és a 10–11. századi képek segítségével többé-kevésbé azonosítani is lehet, bár a leírások pontosságához kétség férhet, nem beszélve a számos mitológiai közbeszúrásról.

A mérges kígyók mellett a déli népek számára különös veszedelmet jelentettek a mérges pókok, még inkább a velük rokon skorpiók. *Nikandrosz* ezekkel is viszonylag részletesen foglalkozik, majd műve végén olyan gyógyszereket ismertet, amelyek az összes állati mérgek ellen használhatók.

Nikandrosz másik toxikológiai – méregtani – vonatkozású költeménye, mint említettük, az *Alexipharmaka*, amelyben az étkezés, táplálkozás útján a szervezetbe kerülő mérgező anyagokkal, illetve azok származásával s az ellenük használható ellenmérgekkel foglalkozik. Az általa felsorolt növényi és állati mérgek közt számos olyan szerepel, amelynek a jelenlegi orvosi gyakorlatban is jelentős szerepe van. Ilyen többek között az ópium (*mékónion*). *Nikandrosz* kitűnően jellemzi a mákból készült szer toxikus hatását: a szemek könnyeznek, a testet hideglelés fogja el, az arc elsápad, s a beteg mély álomba is kerülhet (vö. *Alex.* 433–464).

Nikandrosz egyéb természetrajzi-orvosi vonatkozású tankölteményeket is írt, amelyek sajnos csak töredékeikben ismeretesek. Ilyen pl. az *Ophika*, ez a kígyókról szól, továbbá vadászati tárgyú költeményei (*Kynégetika* vagy *Théreutika*), vagy a földművelésre, mezőgazdaságra vonatkozó művei (a *Georgika* és a méhészettről szóló *Melissourgika*). *Nikandrosz* művei az egész ókorban igen népszerűek voltak, s a késő antik időkből származó kommentárok (*Eutekniosztól*) szerencsére fenn is maradtak.

A hellenisztikus kor utolsó nagy farmakológusa az i. e. 1. században *Mithridatész* pontoszi király udvari orvosa, *Krateuas* volt, akit forrásaink „*rhyzotomos*” néven emlegetnek, mert műve, a *Rhüztomikón* szolgált alapul a leghíresebb, legnagyobb hatású ókori gyógyszerésznek, *Dioszkoridész*nek (i. sz. 1. század) Az orvosi anyagról (*Peri hülész Iatirikész*) című művéhez.

4. Az orvostudomány kezdetei Rómában

Rómában az egykori marhapiac, a *Forum Boarium* közelében, a mélyen fekvő Tiberis sötét hullámai között a mederből egy kis sziget emelkedik ki: szinte úgy úszik a folyó erős sodrában, mintha nagy gálya lenne. . . Valóban, a római köztársaság idején történt kiépítése kapcsán az *Isola Tiberinát*, annak partfalait tengeri gályákhoz hasonlóan alakították, emlékezve arra a mondabeli hajóra, amelyen az epidauroszi gyógyító istenség, *Aszklépiosz* szent kígyóját Rómába hozták. A szigetet az istenség római alakjának, *Aesculapiusnak* szentelték, i. e. 293-ban templomot is emeltek tiszteletére, melyhez kórház csatlakozott (hasonló a helyzet ma is: de a ma álló barokk templom *Szt. Bertalan* tiszteletére épült).

Rómába tehát a görögök hozták be az orvostudományt, jóllehet Itália északi és középső részében már az etruszkok is viszonylag magasan fejlett orvosi műveltséget képviseltek, amit — írásos bizonyítékok hiányában — azok a belszerveket ábrázoló terrakotta szobrocskák bizonyítanak, amelyeket etruszk sírokban — főként Tessenano (Vulci)-ban találtak, s a római Museo Nazionale di Villa Giulia-ban őriznek.

Az első, Rómában letelepedett görög orvos, akit név szerint is ismerünk, (*Arkhangathosz*) volt, aki i. e. 229-ben a római polgárjogot is elnyerte. Személyiségéről *Plinius* tudósít. A legelső római író, aki tudomásunk szerint orvosi nézeteket, recepteket is közölt, *M. Portius Cato* volt.

A görög orvostudomány valójában csak az i. e. 1. században gyökerezett meg Rómában, mégpedig a kisázsiai, bithyniai származású *Aszklépiadész* munkássága révén, akiről *Cicero* és *Plinius* is megemlékezik. Ő i. e. 91-ben telepedett le Rómában, s bár *Plinius* sarlatánnak minősítette, mégis a nála is idézett adatok szerint az orvostudomány korszerű szintjét képviselte, egyesítve a szolidáris és a humorális patológiát. A görög orvostudományt azonban a római közvélemény ellenszenvvel fogadta, különösen *Cato* fordult vele szembe. Ez a felfogás nemcsak a köztársaság korára volt jellemző, hanem még a kora császárkori *Plinius* is osztotta ezt a nézetet. Felfogását részletesen idézzük, mert nagyon jellemző a görög és a római szemlélet, különösen a tudomány gyakorlati alkalmazásának etikai felfogása közti különbségre:

„A régiek nem a gyógyítás tényét ítélték el, hanem a mesterségét. Leginkább pedig azt utasították el, hogy bért fizessenek azoknak, akik hasznot húznak az ő életükből. Azt mondják, hogy *Aesculapius* templo-

mát, miután már befogadták ezt az istenséget, ezért emelték fel a városon kívül, s később is csak egy szigeten. Amikor a görögöket kiűzték Itáliából, jóval *Cato* után, az orvosokat külön feltüntették a rendeletben. Én még csak fokozni fogom az ő elővigyázatosságukat. *A görögök tudományai közül egyedül az orvostudomány gyakorlása nem fér össze a római méltósággal.* Ezzel az oly jól jövedelmező dologgal csak igen kevés római polgár foglalkozik, s ők is nyomban átállnak a görögök közé; tekintélyük sincs, csak ha görögül folytatják mesterségüket még a tudatlanok és e nyelvben járatlanok előtt is, akik kevésbé hiszik el azt, amit egészségükkel kapcsolatban mondanak, ha meg is értik. Így, Herculesre, egyedül ebben a tudományban fordulhat elő, hogy azonnal hisznek bárkinek, aki magát orvosnak vallja, holott semmilyen más csalás esetén sem fenyeget nagyobb veszély. Mégsem vesszük ezt figyelembe, annyira kecsegtető mindannyiunk számára az életünkért való édes reménykedés. Azonkívül nincs semmilyen törvény, mely büntetné a vétkes tudatlanságot, nincs példa a fenyítésre, a mi pusztulásunkból tanulnak, és tapasztalataikat halottak árán szerzik: csak az orvos élvez teljes büntetlenséget, ha embert öl. Ráadásul még a betegre hárítják a vétket, őt hibáztatják mértéktelenségéért, mi több azt vádolják, aki elpusztult. De ugyanakkor a senatori bírakat (a *decuriókat*), a szokásnak megfelelően, az uralkodók censori hivatala vizsgálja, a falakon keresztül is nyomoz utánuk, és ha csak csekély összegről kell is ítéletet hozni, Gadesből és Hercules oszlopaitól idéznek ide bírát; száműzetésről ítélni pedig csak úgy lehet, ha negyvenöt kiválasztott férfinak osztják ki a szavazótablákat a döntéshez. De ha magáról a bíróról van szó, ugyan milyen emberek gyűlnek tanácsba, hogy őt tüstént halálba küldjék! Méltán van ez addig így, amíg egyikünk sem akarja tudni, hogy mire van szüksége egészsége megőrzéséhez. Idegen lábakon járunk, mások szemeivel ismerünk rá valamire, mások emlékezőtehetségét felhasználva köszönünk, más segítségével élünk, s közben elvesznek természettől kapott értékeink és életünk biztosítékai. Nincs más, ami a miénk lenne, csak az élvezeteink. Nem leszek hűtlen *Catóhoz*, akit kitettem e népszerűséghajhászó tudomány gyűlöletének, sem a szenátust nem hagyom cserben, amely hasonló véleményen volt — de ezt nem az orvosi mesterség hibáinak elhallgatásával teszem, ahogy valaki is várná. Melyik mesterség bővelkedik ugyanis annyi mérgezésben, vagy kinek a körében van több fondorlat a végrendeletek körül? Még házasságtörést is elkövettek a princepsi házban, pl. *Eudemius Líviával*, *Drusus* császár

feleségével, vagy *Valens* a fentebb említett császárnővel. De talán ezek nem az orvostudomány vétkei, hanem az embereké: *Cato*, úgy vélem, nem is annyira ezektől félt Róma érdekében, mint inkább a császárnőktől. Nem hozom elő sem a kapzsiságot, sem hogy micsoda mohó üzletelés folyt már a levegőben lógó halálesetek előtt, sem a fájdalom bérét, sem a bánatpénzt, vagy a mesterség olyan titkait, hogy pl. a szürkehályogot inkább el kell mozdítani a helyéből, mintsem eltávolítani. A dolog szempontjából semmi sem kedvezőbb, mint e kalandorok nagy száma, mert nem a szégyenérzet, hanem a vetélytársak verik le az árakat. Ismert dolog, hogy ugyanaz az előbb említett *Kharmisz* egy provinciából való betegét 200 000 sestertiusért vállalta; hogy *Claudius* császár 10 milliót kobzott el büntetésként *Alcontól*, a sebészorvostól, aki miután Galliába ment száműzetésbe, majd pedig visszahívták, néhány év alatt nem sokkal kevesebb összegre tett ismét szert. Ezeket írjuk csak az egyes emberek számlájára. Ne vádoljuk a söpredék vagy a tömeg tanulatlan-ságát, maradjunk csak a mesterek túlkapásainál a betegségek kezelésében: ahogy pl. a bajokat a meleg fürdőkkel akarják elhárítani; vagy itt van a kényszerű koplaltatás, illetve amikor ugyancsak ők a már végüket járó betegekbe egy nap többször is ételt kényszerítenek, s az ezer más mód, mellyel tévedésüket akarják leplezni: ételreceptjeik vagy az illatos kenőcsök összeállítása, minthogy sohasem akarták mellőzni az élet egyetlen varázsszerét sem. Mindenesetre azt hiszem, hogy őseinknek nemigen tetszett, hogy messzi földről hozták ide a portékákat, s az árakat külföldiek állapították meg; mégsem ezt látta előre *Cato*, amikor elítélte az orvostudományt.

Theriakénak hívják azt a készítményt, melyet fényűzésből találtak ki. Ez 600-féle dologból áll, holott a természetben van annyi gyógyszer, hogy azok külön-külön is hatásosak lennének. *Mithridatész* ellenmérge 54 összetevőből áll, ezek egyikének sem egyenlő a súlya, s mindegyikből csak egy dénár hatvanadrészét lehet belekeverni. De, *Fidesre*, melyik isten írta elő ezt a mennyiséget! Az emberi éleselméjűség nem lett volna képes erre. Ez nyilvánvalóan kérdés a gyógyító mesterséggel, és a tudomány szörnyű fitogtatása. Maguk az orvosok sem ismerik a gyógyszereket, mert pl. megtudtam, hogy mivel nem tudják a nevét, az orvos-ságokba az indiai cinóbervörös helyett míniumot tesznek, amelyről a festőanyagok közt ki fogom mutatni, hogy méreg. Az előbb említettek csak néhány ember egészségi állapotát érintik, azok viszont, amiktől *Cato* félt és amikről jóslatot mondott, sokkal ártalmatlanabbaknak

és kisebbeknek tűnnek, pedig — ahogy azt már az első orvosok maguk is önszántukból beismerték — élnek velük: ezek azok, melyek megrontották a birodalom erkölcsseit, ezek, amelyeknek egészségesen is alávetjük magunkat: ha birkózáskor egészségünk óvásának ürügyén olajjal és viasszal kenetgetjük magunkat; vagy a forró fürdők, amelyekről meggyőződéssel hirdetik, hogy megfőzik testünkben az ételt, holott e fürdőkben mindenki csak legyengülve kerül elő, azokat pedig, akik a leginkább megtartották az előírásokat, nyomban utána el is temetik; továbbá az italok fogyasztása koplalás közben, majd a hányás, aztán ismét a szakadatlan ivás; vagy itt van a szörzet ellágyítása az orvosok gyantáival, sőt mi több, a nők szemérmének mutogatása. Valóban így van: az erkölcsök megromlása, melynek nincs jobb forrása, mint az orvostudomány, tökéletesen igazolja naponta *Cato* megsejtését és jóslatát: elegendő csupán bepillantani a görögök tudományába, nem kell elmélyülni abban.

Ezeket kell elmondanom a senatus és a 600 éves római nép védelmében az orvostudomány ellen, ahol a jók legálnokebb körülmények között engedik át a tekintélyt a legrosszabbaknak; ugyanakkor el kellett ezeket mondanom egyesek megdöbbentő hiszékenysége miatt is, akik azt gondolják, hogy csak akkor használ valami, ha sokba kerül. . .” (*Nat. Hist.* XXIX. H. *Deák Gyöngyi fordítása.*)

A fentebb említett *Aszklepiadész* és tanítványa, *Themiszón* működését csupán az ókori hivatkozások — főként *Plinius* — nyomán ismerjük, mivel eredeti műveik elvesztek. Mindketten az ún. metodista irányzat hívei voltak.

Az első római, akinek írásában az emberi test biológiai vonatkozásai is szóba kerülnek, *Marcus Tullius Cicero* (i. e. 106 — 43). Rendkívül gazdag életművének jellemzése nem lehet feladatunk, hiszen — amint *Borzsák István* írja: „*Ciceróval* mint művésszel és mint az európai kultúrának a mindenkori jelenbe nyúló ősevel, mindenkinek külön, de kell találkoznia, hogy lemérje — önmagát.”

Miként „méri le” maga az író az embert a létezők világában? *Az istenek természetéről* (*De natura deorum*) című művében az égi jelenségek után a növényekről s az állatokról esik szó, hangsúlyozván, hogy mindezeket védi a gondviselés, hogy fennmaradjon a faj. Minden élőlény között az ember van úgy alkotva, hogy legjobban éljen, teste felépítése a legpraktikusabb a szájtól, fogaktól, nyelvtől kezdve a belső részekig. „Minthogy az élet — írja *Cicero* — három dolgon alapszik, az ételen,

az italon és a levegőn: mind a három befogadására a száj a legalkalmasabb, amely a hozzácsatlakozó orral válik teljessé... a szájban elhelyezkedő fogak segítségével eszünk, ezek aprítják fel és puhítják meg az ételt. A külső fogak az étkeket szétharapják darabokra, a belsők megrágják, ezeket zápfogaknak nevezik. Látjuk, hogy a rágást a nyelv is segíti. A nyelvnek — annak gyökerétől — folytatása a nyelőcső (*stomachus*), ide jutnak először a szájba jutott ételek. A *stomachus* a száj mindkét oldala felől, a mandulákat érintve, a külső és belső szájpadrásba torkollik. A nyelv mozgása és mozdulatai által mintegy lekötött és lehajított táplálékot befogadja és továbbhajtja. Azok a részei, amelyek az étel alatt vannak, kitágulnak, amelyek fölötte, azok összehúzódnak. Ám a légcső (így nevezik az orvosok: *aspera arteria*) bizonyos bejárattal rendelkezik, a nyelv gyökereivel érintkezve, ez valamivel feljebb helyezkedik el, mint ahol a *stomachus* kapcsolódik a nyelvhez, s egészen a tüdőig vezet le, s befogadja a belelegzett levegőt, és azt a tüdőből visszavezeti; be van fedve valami fedővel, hogy ne legyen a lélegzésben akadály, ha véletlenül valami étel belejut. Miként a gyomor, amely a nyelőcső után következik, az ételnek és itálnak tartálya, úgy vezetik el a levegőt a tüdő és a szív belül; a gyomorban sok minden csodálatosan készült dolog van: az izmok, amelyekből áll, ugyanis sokszoros, csavaros, távol tartja és beveszi mindazt, ami belekerül, akár száraz, akár nedves, tudja változtatni, megemészteti — ez vagy elernyed, vagy megfeszül, s mindent összekever, amit befogad és egyrészt a hő segítségével, amely benne van, másrészt a levegő által, minden ételt megemészt, feldolgoz és eljuttat az egész szervezetben.” (II 54 134–136. *Berényiné Révész Mária* fordítása.)

A tüdőt *Cicero* — akárcsak *Platón* — a szivacshoz hasonlítja, ez, amikor befogadja a levegőt, összehúzódik, azután a levegőtől kitágul. Beszél a táplálék útjáról a szervezetben, majd a csontok szerepéről. Az érzékszervekről szólva kiemeli, hogy az ember érzékszervei különbek az összes többi élőlény érzékszerveinél.

Bizonyos, hogy *Cicero* anatómiai és fiziológiai ismereteit jórészt a görög tudósoktól kölcsönözte, a pontos források megállapításában azonban a kutatás véleménye nem egyöntetű. Fontos, hogy a nagy római politikus és író ebben a művében a latin tudományos nyelv kialakításában is jelentős részt vállal,

„Lelkünről ejtek legelőször szót, amit észnek
Is nevezünk. Itt székel az élet büszke vezére,
S épp oly része az embernek, mintcsak keze, lába,
És valamint a szem is csak része egy állati lénynak.”

(*A természetről, IV 94–97. Tóth Béla fordítása.*)

Lucretius idézett sorai jól rávilágítanak arra, hogy ő a materialista jellegű atomelméletet a biológiai szférára is kiterjesztve, tagadta a lelki jelenségek transzcendens természetét, azokat is az atomok mozgásával, állapotváltozásával magyarázta. Költeményének III. és IV. könyvében részletesen foglalkozik az érzékelés anyagi tényezőivel, az utóbbi könyvben az ön- és fajfenntartás fiziológiai és pszichológiai vonatkozásait vizsgálva, oly problémákat is felvet, amelyekről később évszázadokon át nem mert senki sem őszintén beszélni, s valójában csak korunk szexológusai teszik tudományos elemzés tárgyává.

Művének V. könyvében *Lucretius* a világ keletkezésének menete után az élőlények létrejöttének problémájával is foglalkozik. Sajátos nézetet vall a lények kipusztulásának okairól az ősi időkben:

„Több állatfajnak kellett elvesznie akkor,
Mert nemzéssel nem tudták fajukat szaporítani,
Mert miket itt látsz élni az életadó levegőben
Bátorság vagy fortély vagy mozgási tehetség
Védte meg s őrizte faját az idők elejétől.
Sok meg, amely hasznos voltánál fogva előttünk
Mindig kedves, az őrizetünkre bízta meg.”

(V 842–848. *Tóth Béla fordítása.*)

Ami az emberi nem fejlődését illeti, tudós költőnk szerint az első emberek erősebbek, nagyobb testűek voltak, mint a maiak, s „ők úgy éltek kóbor módra, akár a vadállat”. A természetet átalakító ember hosszú fejlődés eredménye. Az emberi nem életét fenyegető veszedelmekről; a betegségek, a járványok okairól műve utolsó részében szól *Lucretius*. Amint az emberfajta kialakulásában az éghajlati különbségeknek jut döntő szerep, úgy égtájanként is elkülönülnek a betegségek:

„Mert elefántkór ott születik csak, a Nílus ahol foly,
Egyiptom közepén, s máshol nem lelsz a nyomára.
Athénban romlik a láb, s Akhaiának a mélyén
Szembaj jár, míg más hely más részünkre, tagunkra
Hoz veszedelmet, mert tájanként más levegő van.”

(VI 1105 – 1109. *Tóth Béla* fordítása.)

S ha egyszer valahonnan a „veszedelmes” levegő elindul, más, idegen tájakra behatolván, akkor rettenetes járványok keletkeznek, mint amilyen az athéni dögvész volt, melynek megdöbbenően pontos körleírását adja műve végén költőnk:

„Elsőben forróságtól kezdett fejük égni,
Káprázó szemüket vörösen borította a vér el,
Vértől harmatozott torkuk barlangja s a gége
Elfeketülve fekélyektől duzzadva szorult el,
Gennyes vért folytatott lelkük tolmácsa, a nyelv is,
Elgyengült, nehezen mozdult, s cserepesre kiszáradt.
Majd amikor gégéjükön által a mellbe leszállott
Már a ragály, s rémült szívük itta a mérgét,
Megrendülve inogtak az élet zárai bennük.
Undok bűzt árasztott szájukból a lehellet,
Mint amilyet kidobott bomló dög szór ki a légbe,
Minden erő elhagyja lelküket, és az egész test
Elbágyad, mint lenni szokott a halál kapujában. . .”

(VI 1136 – 1148. *Tóth Béla* fordítása.)

A szörnyű kór, mint a továbbiakból megtudjuk, az állatokat sem kímélte, jöllehet a dögmadarak elkerülték a hullákat, de főként az „éber ebeknek elhullt teste hevert nagy számmal szerte az úton”.

Megdöbbenő, hogy a *De rerum natura*, amelynek kezdetén az életadó, a „minden élő szívébe édes vágyat” oltó, szépséges istennő gyönyörű művének dicséretét zengi a költő – ily döbbenetes színekkel, a pusztulás borzalmainak verisztikus leírásával, a máglyára dobott holtakkal fejeződik be!

Suetonius — a történetíró — *Augustus* császárról szóló életrajzában (II 59) a következőket olvashatjuk: „*Antonius Musa*, az orvosa, fáradságos munkával veszedelmes betegségből gyógyította ki; ezért gyűjtött pénzből szobrot emeltek neki, közvetlenül *Aesculapius* szobra mellett.” Erről a különleges hatású gyógyításról *Plinius* is említést tett az ókori orvostudományról szóló történeti fejtegetéseiben (*Nat. hist.* XXIX.), szerinte a császárt orvosa egy új gyógymód segítségével mentette meg. A kutatók véleménye szerint *Augustus* súlyos reumatikus bántalmakban szenvedett, s *Musa* hidroterápiás kezelést alkalmazott, a jelek szerint tökéletes sikerrel. Sajnos *Musa* tudományos munkássága nem maradt ránk, a neve alatt szereplő művek mind késő antik alkotások. Bizonyos, hogy *Themiszón* tanítványa volt, az ő nézeteit fejlesztette tovább. Hidroterápiás kezelését testvére, *Euphorbiosz* is alkalmazta, aki *II. Iuba* mauretániai királyt gyógyította meg. Megjegyzendő, hogy ez az *Antonius Musa* nem azonos azzal a *Petronius Musával*, akinek farmakológiai művét *Galénosz* is említi.

Valószínűleg *Augustus* császár idején működött *Sextius Quintus*, más néven *Sextius Niger* is, aki filozófiával és orvostudományokkal foglalkozott. *Platón* és *Pythagorasz* tanait az orvosi gyakorlatban is alkalmazta, s diatétikájában lelkesen hirdette a vegetáriánus táplálkozás előnyeit. Úttörő — sajnos elveszett — munkája gyógyszer-tani jellegű volt: *Peri hylés iatrikés* (*Az orvosi anyagról*) címet viselte, s az i. sz. 1. század második felében *Plinius* és *Dioszkoridész* számára is forrásul szolgált.

5. Celsus és tanítványai

Ut alimenta sanis corporibus agricultura, sic sanitatem aegris Medicina promittit — így vezeti be *Augustus* utódjának, *Tiberius* császárnak idején *Celsus* enciklopédiájának orvosi részét. *A. Cornelius Celsus*, mint más forrásokból (*Quintillianus* XII 11 24) tudjuk, hatalmas hatrészes munkát írt, amelyben — mint a fenti idézetből is kitűnik — a mezőgazdaságtudomány, az egészséges ember „táplálkozástudománya” előzte meg a betegek számára íródott orvostudományi könyveket (*De medicina libri VIII*). Az agrár- és orvostudományt a hadásatról szóló részt követte, majd az ékesszólás tana és a bölcsélet következett, végül pedig a jogtudomány zárta az akkori tudomány, helyesebben *artes*, minden fontosabb területét átölelő munkát.

Az orvostudományi rész az összes ránk maradt ókori latin nyelvű művek közt a maga nemében a legjelentősebb, jóllehet szerzője valószínűleg nem volt gyakorló orvos. Lehetséges, bár nem bizonyítható, hogy *Celsus* munkája valamilyen görög orvosi munka fordítása, illetve átdolgozása: a hippokratészi Corpus és *Aszklepiadész* műveinek hatása nagyon valószínű. Tudománytörténeti szempontból igen jelentős a mű *proemiumja*, mert ez a bevezetés az ókori orvostudomány történetét, a különböző irányzatokat tárja elénk.

A mű I. könyve az egészséges életmódra ad többségükben még ma is megszívlelendő tanácsokat. Már ebben a könyvben is olvashatunk kimondottan noszologiai vonatkozásokról, leírja a gyomor megbetegedésének tüneteit (I 8). A diatétika végén a különböző hőhatások (hideg, meleg) egészségtanával is foglalkozik (I 9). Az utolsó fejezetben hasznos tanácsokat ad szerzőnk — főként *Hippokratész* nyomán — arra, miként viselkedjünk járványok idején. *Celsus diatétikai szemlélete sok szempontból ma is figyelemre méltó*, ezért alapgondolatait részletesen idézzük:

„1. Az egészséges embernek, akinek rendben van az állapota és szabadon cselekszik, semmilyen előírásnak sem kell magát alávetnie, nincs szüksége sem orvosra, sem kenőorvosra. Változatos életmódot kell folytatnia: egyszer falun lenni, másszor városban, de gyakrabban vidéken; hajózzon, vadásszon, időközben pedig pihenjen, de még gyakrabban eddze magát; mert amíg a lomhaság a testet legyöngíti, a munka megerősíti; az előbbi korai öregséget, emez pedig hosszú fiatalságot eredményez.

Hasznos időnként fürdőbe menni, máskor hideg vizet használni; egyszer bekenni magunkat, másszor elhanyagolni ezt; semmilyen ételt nem kell kerülni, amivel a nép él; időnként vegyen részt az ember lakomákon, máskor maradjon távol; egyszer többet fogyasszon, máskor ne egyék túl sokat. Inkább kétszer egyék naponta, mint egyszer, és bőségesen, feltéve, ha az előzőt már megemésztette. Ezek a fajta gyakorlatok és étkezések a szükségesek, az atlétáké pedig felesleges. Mert ha bármilyen polgári kötelezettség miatt a testedzés szünetel, az árt a testnek; viszont azok, akik az atléták szokása szerint degeszre tömik magukat, egyrészt nagyon hamar megöregednek, másrészt megbetegednek.

Ami a nemi egyesülést illeti, ne vágyjunk rá túl gyakran, de ne is melőzzük túlságosan. Ha ritkán adódik, erősíti a testet; ha gyakran, eleronyesztí azt. Hogy pedig milyen sűrűn legyen, nem a közösülések számától függ, hanem a vérmérséklettől, az életkortól, a test állapotától; jó

tudni, hogy akkor nem haszontalan, ha nem követi a test elbágyadása vagy fájdalom. Azonkívül rosszabb napközben, biztosabb éjszaka, és úgy jó, ha az előbbi esetben nem eszik utána az ember, az utóbbinál pedig ne kövesse azonnal virrasztás és munka. A fentieket a makkegészségeseknek kell szem előtt tartaniuk; ám kerülni kell, hogy amikor semmi bajunk sincs, a betegeknek javasolt elővigyázatossággal éljünk.

2. A gyengélkedők esetében — ide sorolom a városlakók nagy részét és csaknem mindenkit, aki irodalommal foglalkozik — nagyobb körültekintés szükséges: ápolással kell visszaszerezniük azt, amitől testi állapotuk, lakóhelyük körülményei vagy tanulmányaik jellege megfosztották őket. Ebből következik tehát, hogy ha valaki jól emészt, korán reggel felkelhet. Ha emésztése nem tökéletes, pihennie kell még, és ha mégis kénytelen reggel felkelni, később újra aludjék egyet; aki pedig nem tud emésztetni, minden alól mentesítse magát pihenéssel, nem kell sem dolgoznia, sem edzenie magát, sem pedig ügyeit intézni. Aki gyomortáji fájdalom nélkül szokott böfftetni, időnként igyon hideg vizet, és mindenképpen türtőztesse magát.

Világos épületben lakjék, mely nyáron szellős, télen pedig napfényes; kerülje a déli napot, a reggeli és esti lehűlést, valamint a folyók és mocsarak kigőzölgését. Ne nagyon menjen ki, ha borongós az ég és süt a nap, nehogy a hol hideg, hol meleg idő ártson neki — ez okozza ugyanis leginkább a náthát és a hurutot. Ezeket az elveket főleg az egészségtelen helyeken kell megszívlelni, ahol járványok állhatnak elő.

Jó tudni azt is, hogy akkor egészséges a test, amikor reggelente világos színű a vizelet, később pedig vörös. Az előbbi annak a jele, hogy most zajlik az emésztés, az utóbbi pedig annak, hogy már befejeződött. Ha valaki felébredt, egy kicsit pihenjen, aztán, ha nincs téli időszak, mossza ki a száját bő hideg vízzel. A hosszú napokon inkább evés előtt aludjunk déli álmunkat, a rövideken utána. Télen egész éjszaka aludjunk. Ha pedig fent kell maradni, ezt ne evés után tegyük, hanem amikor már az emésztés befejeződött. Annak is kell valamennyi időt szentelnie testi egészsége fenntartására, akit napközben az otthoni vagy a közügyek foglalnak el. A legfontosabb testápolás pedig az edzés, melynek mindig meg kell előznie az étkezést: aki kevesebbet dolgozott és jó az emésztése, enyhébben eddze magát.

Megfelelően edzik a testet a következők: a hangos olvasás, a fegyverek, a labda, a futás, a sétálás. Ez utóbbi megfelelőbb, ha nem mindig sík területen történik. Ugyanis jobban mozgatja a testet, ha valamiképp válto-

gatjuk a felfelé és a lefelé való haladást, kivéve, amikor a test túlságosan erőtlen. Jobb sétálni a szabad ég alatt, mint az oszlopcsarnokban; jobb a napon, ha a fejünk tűri, mint az árnyékban; és jobb olyan árnyékban, melyet falak és zöld lomb ad, mint amit tető vet ránk; jobb egyenesen menni, mint kanyarogva. A testedzést akkor kell abbahagyni, ha már izzadunk vagy némiképp lankadunk, de még nem fáradtunk el, mindenestre ezt is hol kisebb, hol nagyobb erővel kell csinálnunk. Itt sem kell követnünk az atléták példáját, mert nincs ezekre biztos szabály, és nem kötelező a mértéktelen kifáradás sem. Helyes, ha az edzés után az egyik alkalommal a kenés következik vagy a napon, vagy a tűznél, máskor pedig a fürdés van soron, mely a legjobb a magas, napfényes és tágas helyiségben. Ezek közül a dolgok közül nem kell mindig mindegyiket véghezvinni, de a kettő közül gyakrabban azt, amelyik inkább megfelel a test természetének. Ezután egy kicsit pihenni kell.

Amikor táplálkozásra kerül sor, sohasem hasznos a túlságos jóllakottság, s gyakran ártalmas a túlzott megtartóztatás: ez utóbbit, ha mértéktelenség történt, jobb az ivás, mint az evés terén alkalmazni. Helyesebb, hogyha az étkezés szózott halakkal, zöldegekkel s más hasonlókkal kezdődik: ezután kell a húst fogyasztani, mely a legkitűnőbb sülve vagy főve. Minden fűszerfélése két okból ártalmas: a jó ízek miatt egyrészt többet kívánunk fogyasztani, másrészt lassabban emésztődik az meg, még ha megtartjuk is a mértéket. A csemege nem árt a jó gyomornak, viszont a gyenge gyomorban megsavanyodik. Ha valaki nem nagyon tud emésztetni, ha étkezést datolyával, almával vagy más hasonlóval tanácsos kezdenie. Ha valaki többet ivott, mint ami szomjúságát elűzi, semmit se egyék; teli hassal ne mozogjon. Aki jóllakott, könnyebben emészt, ha étkezés után hideg vizet iszik, majd egy kicsit még ébren marad, végül pedig jól alszik. Ha valaki napközben jól megtömi a gyomrát, se hidegnek, se melegnek, se munkának ne tegye ki magát, ezek ugyanis nem ártanak olyan könnyen, ha üres az ember gyomra, mint ha teli van az. Ha valaki bizonyos okokból koplalásra kényszerül, kerülje eközben a nehéz munkát.” (*De med.* I 1–2. *H. Deák Gyöngyi* fordítása.)

Hippokratész nyomán, az újabb ókori tudomány eredményeit is figyelembe véve, szól *Celsus* a II. könyvben a betegségek általános tüneteiről s azok okairól. Majd részletesen ír arról, hogy miként hatnak az éghajlati tényezők a szervezetre. Hangsúlyozza, hogy az évszakok közül a tavasz a legegészségesebb, a legtöbb betegség viszont ősszel jelenik meg; a derült idő egészséges, ám betegségeket hoz a köd. Az éghajlati tényezők

tárgyalásánál az életkori adottságokról sem feledkezik meg. A tünettanról (*szymptomatológia*) szóló fejezetek után a gyógyítás (*terápia*) módjairól esik szó, kezdve az érvágással (II 10), befejezván a beteg helyes táplálásáról szóló tanácsokkal, majd az állati és növényi táplálékok után a különböző növényi eredetű gyógyszerek vizsgálatával.

A III. könyv bevezetésében — szintén a görög orvosok nyomán — elkülöníti a rövid ideig tartó betegségeket (*acutos*) a hosszan tartóaktól (*longos*), ahogy ma görögös szóval mondjuk, a krónikus betegségektől. Majd a lázas betegségekről beszél *Celsus*, hangsúlyozván, hogy ezek gyógyítása természetük szerint különböző, de mindenesetre szem előtt kell tartani *Aszklepiadész* tanácsát, aki azt mondta: „*ut tuto, ut celeriter, ut iucunde cure*” (hogy biztosan, gyorsan és kellemesen gyógyítson). Hasznos tanácsokat ad *Celsus* a lázas betegek táplálására (III 5–6), majd a különböző lázas betegségek gyógyításával foglalkozik (III 7–17). Külön foglalkozik a lázas betegség olyan fajával, amely az észbeli képességekben okoz zavarokat, amelyet a görögök — mondja — *phrenesis*-nek neveznek (III 18). Ilyen esetekben ajánlja a beléndek (*Hyoscyamus*), mák (*Papaver*) vagy mandragóra növényekből készült orvossággal való kezelést. Összesen háromféle elmebetegségről és kezelésükről ír szerzőnk. Majd arra a betegségekre tér át, amelyet a görögök „*cardiacus*”-nak neveznek. Ez valószínűleg az ájulás (*collapsus*, *syncope*). Számos más súlyos betegségről is szó esik ebben a könyvben, köztük a *phthisis*-ről, amely főként a hosszú ideig hajózókat sújtja, de időváltozáskor is megszerezhető, s a 19–35 éves korosztály szenved benne; valószínűleg a tüdők gümőkóros sorvadásáról esik itt szó.

A szóban forgó könyvben tárgyalt különböző lázas betegségek közt szó esik még — többek közt — az epilepsziáról, a sárgaságról, továbbá a görög névvel *elephantiasis*-nak nevezett, Itáliában majdnem ismeretlen betegségről (III 25), végül különböző idegrendszeri betegségekről és gyógyításukról olvashatunk ebben a könyvben.

A IV. könyv a testrészek rövid áttekintésével kezdődik a fejtől a nemzőszervekig (IV 1). Az anatómiai alapvetés azért fontos, mert utána a fejtől lefelé kezdődően a különböző testrészek, szervek speciális patológiája következik, párosulva a gyógyításukra adott tanácsokkal. A IV. könyvhöz csatlakozó „függelék” a podagrával, a lábközéptáji ízületek köszvényes fájdalmaival foglalkozik.

Sajátos helyet foglal el *Celsus* munkájában az V. könyv: ennek fő része ugyanis farmakológiai, gyógyszerertani jellegű: a *materia medicá*-ról, a

gyógyszerek anyagáról, fajairól, indikációjukról szól. Többségükben különböző gyógynövényeket sorol fel szerzőnk, (V 1–14), de szó esik — igaz, röviden — az ásványi és állati eredetűekről is (V 15–16). A gyógyszer-tani rész a különböző kötések, borogatások készítéséhez szükséges keverékek receptjeivel zárul, gondos és pontos útmutatásokat adva, hogy milyen arányban kell az egyes alapanyagokat felhasználni, s milyen betegségekre hatásosak (V 17–25). Ezt követi a különféle sebek és sérülések tünettana, a daganatok és az egyes bőrbetegségek leírása és gyógyszeres kezelése (V 26–28).

A VI. könyv az előző, az egész testre kiterjedő betegségeket tárgyaló fejtegetések után az egyes testrészeket megtámadó, a kültakarón észlelhető betegségekkel foglalkozik (VI 1–15); természetesen a gyógyszereiket is közli, illetőleg recepteket is ad. Majd felülről lefelé haladva az egyes külső szervek betegségeit tárgyalja: szem, orr, fül, száj, fogak megbetegedései után a test alsó részeinek bajai következnek: a nemi szervek és a végbél betegségei (VI 16–18). Meglepő, hogy a VI. könyvet az ujjak megbetegedéseiről szóló fejtegetések zárják le (VI 19).

A *diaetétika* és a *materia medica* után *Celsus* művének harmadik része — a VII és VIII. könyv —, mint a VII. könyv bevezetése jelzi (VII proemium 5) hármass felépítésű: először azokat a sebészi beavatkozásokat mutatja be, amelyek minden testrész megbetegedése esetén alkalmazhatók (VII 1–5), ezt követik az egyes testrészekre vonatkozó speciális műtétek (VII 6–33). A nagyszabású munka utolsó része csonttani, *aszteológiai* jellegű (VIII. könyv).

Celsus műve mint tankönyv mintaszerűen felépített, elveti a platóni kettős osztályozást, a *dichotómiát*, helyette a pontosabb, az arisztotelészi biológiai művekben is fellelhető *tetratómia*, a négyes osztályozás érvényesül nála. Ami orvosi módszerét illeti, különösen nagy súlyt helyez az egészséges életmódra s a *diaetára*. A belbetegségek leírásában különös gonddal választja szét a fejfájás különböző fajtáit. Különös figyelmet érdemel a szembetegségek alapos tárgyalása: 21-féle szembetegséget különít el, elsőként említi a hályog műtéti eltávolítását; a trachoma pontos leírása bizonynyal az egyiptomi hellenisztikus orvostudomány eredményeinek felhasználásával történt. Sokat foglalkozik a bőrbetegségekkel. Műtéttanában jelentős, hogy elsőként említi plasztikai műtétet.

A másik, a *centuripae*-i — alig ismert — *Apuleius Celsus* tanítványai közül *Valerius Valens* és *Scribonius Largus* nevét őrizte meg a történelem. Az előbbi *Claudius* császár (41–54) feleségének, *Valeria Messalinának*

volt a háziorvosa: úrnőjének kivégzésekor ő is áldozatul esett a császár bosszújának. Művei sajnos nem ismeretesek, pedig tehetséges orvos lehetett. Csak azt tudjuk orvosi működéséről, hogy úrnője számára igen hatásos fogport készített, amely szarvasagancsporból, chiosi mastixből s ammóniákszódából volt összeállítva.

A másik tanítvány, *Scribonius Largus* fűműve a *Compositiones*, amely 271 fejezetben különböző gyógyszerek receptjeit tárgyalja.

Scribonius Largus tudományos nézeteinek elvi megalapozását műve előszavában, a barátjához, *Callistushoz* írt levélben (*Epistola ad Callistum*) fejt ki. Ebből világosan kitűnik, hogy szerzőnk, akárcsak mesterc, *Celsus*, az empirikus iskola híve volt, s a korábbi orvosok nézeteit kritika tárgyává téve, szétválasztotta a helyes és helytelen nézeteket, de azokat is elítélte, akik a régi orvosok műveit felületesen ismerve azok nézeteit hamisan idézték. Hangsúlyozza az orvos erkölcsi felelősségét: még az ellenségnek sem adhat rossz gyógyszert (*malum medicamentum*).

Scribonius receptjei tárgyi szempontból két csoportra oszthatók. Az első csoport (1 – 162) az egyes testrészek szerint sorolja fel a betegségeiket gyógyító szereket. Ő is felülről lefelé halad, s elsőként a fej betegségeivel, az ideg- és elmebajokkal foglalkozik (1 – 14).

1. Fejfájás ellen meg láz esetén is jót tesz egy negyed font kakukkfű és egy negyed font szárított rózsaszirm. Meg kell ezt főzni két korsónyi (*sextarius*) nagyon erős ecettel, amíg az egész mennyiség felére nem csökken. Meríts belőle egy kupával (*cyathus*), és keverd össze két kupa rózsaszirmmal; gyakran gyógyítják ezzel a fejfájást. Mihelyt pedig ezt a főzetet fölmelegítik, ártalmas lesz, hacsak nem tesznek hozzá egy másik friss adagot.

6. Makacs fejfájás esetén az orron vagy a szájon át ki kell távolítani onnan a [megbetegedett] anyagot. Ez az eljárás hasznos fül- vagy fogfájás esetén is. És igen jót tesz azoknak a betegeknek is, akiknél hirtelen szédülés lép fel; ezeket a zavarokat a görögök *szkotómatikoinak* nevezik. Ugyancsak nagymértékben könnyíti azok állapotát is, akiket epilepszia gyötör és akiket szédülés bánt. Ezeknek a betegeknek koplalniuk kell a gyógykezelést megelőző napon, és vizet inniuk már néhány nappal korábban.

12. A nyavalyatörés ellen, amit a görögök epilepsziának neveznek, hajnaltól egészen a 30. óráig egy, a görögök által *polüneuromak*, általunk pedig bolondfűnek mondott füvet kell üres gyomorral fogyasztani, olyan zölden, ahogy csak lehet. Ugyanez a fű, ha egy leitatott emberbe részesség

ellen beadják, szétoszlatja a bort, és helyreállítja a józan állapotot.” *Scribonius Largus: Compositiones*, ed G, Helmreich (*Havas László* fordítása.)

Érdekes, hogy annak a betegségnek, amelyet a görögök *epilepsiának*, a rómaiak pedig — rájuk jellemzően — „a népgyűlések bajának” *morbus comitialis*nek neveznek, ellenszerei között olyan különlegességeket is találunk, mint a „krokodilushere” (*crocodilli testiculum*). Igen részletesen foglalkozik a szembetegségek esetén alkalmazható *collyriák*-kal (kenőcsökkel), majd a fül- és fültőmirigyek, az orrlyukak és a fogak betegségei esetén alkalmazható gyógyszerekről ejt szót. Az utóbbiak között említi azt a szert, amelyet *Augustus* császár nővére, *Octavia* is használt: ez a fogakat tisztító és erősítő készítmény főként árpalisztet tartalmaz, de ecetet és mézet is kell belekeverni (58. fejezet).

A belbetegségek gyógyszerei közt több keveréket ajánl a nehéz légzés (*suspirium*) orvoslására, továbbá a nyaki mirigyek túlzott működéséből következő daganatokra, a *strumára*; ez utóbbiak közt egy olyan állat testéből vett készítményt is említi, amely egyébként a mérges állatok közt szerepel: ez a tengeri nyúl nevű csiga (latinul: *Lepus marinus*, tudományos nevén: *Aplysia depilans* L.); ugyanis az állat ibolyaszínű (anilinfestéket tartalmazó) váladékát az ókorban méregként is használták.

A 102. fejezet drámai kérdéssel kezdődik: „Mit mondjak az asszonyok emlőiben levő keményedésekről, melyek oly fájdalmat okoznak, hogy semmi örvosság sem tudja azokat megszüntetni...?” Ezeket, mint írja, a görögök *karkinómata* és *kakoéthesz* néven illették, tehát rosszindulatú rákoknak nevezték.

A mellrák után hosszan foglalkozik *Scribonius* a különféle gyomorba-jok orvosságaival. A felfúvódás ellen alkalmazandó gyógyszerekről szólva *Augustus* említett orvosának, *Antonius Musának* nevét is említi; egyébként az említett betegség ellen oly keveréket ajánl, amely áloét, sáfrányt, fahéjt (a távol-keleti *Cinnamomum cassia* ágairól lefejtett kérget), a szíriai nárdust, kapottnyakot (*asarum*), fabalzsamot (*xylobalsamum*), továbbá khioszi masztixet tartalmaz. Az egyes gyógyszerek feltalálói szempontjából különösen érdekes az a sokféle növényi drogból összekevert, kólika elleni keverék (120. fejezet), amelyet *Cassius, Tiberius* császár orvosa alkalmazott; ő ugyanis *Atimetus* nevű rabszolgájától tanulta ezt a hatásos szert. A hólyagkő elleni gyógyszerek közt esik szó a görögök *hiera botanénak*, vagyis „Szent növény”-nek nevezett gyógynövényéről, amelyet a rómaiak *Vettonicának* neveztek, amely talán a vassfű (*Verbena*

officinalis L.) volt, melynek teáját máj- és epebántalmak ellen ma is használják. Az előbb említett betegségek gyógyszerei közt különben egy olyan is szerepel, amelyet a puteoli *Ambrosius* talált fel; az ő nevét is csupán *Scribonius* örököltette meg számunkra. A receptkönyv I. részét a podagra elleni gyógyszerek ismertetése zárja le.

A könyv II., rövidebb része (163–271. fej.) a gyógyszerek különböző fajait ismerteti. Ezeknek első csoportja a különböző állati mérgek ellenszereivel (*theriaca*, *antidoti*) foglalkozik. Itt esik szó szerzőnk említett mesterének, a centuripae-i *Apuleius Celsus*nak a veszettség elleni gyógyszeréről, továbbá az ugyancsak mesterként említett *Tryphon* receptjéről. A 180. fejezetben az ópium vagy a *meconium* veszedelmes hatásáról esik szó, első ízben az ókori Európában. Végül a 201–271. fejezetben a különböző *emplastrák* (borogatások) alkalmazását tanulhatjuk meg.

Scribonius Largus műve — bár nagyon sok görög forrást is használt — a latin nyelvű farmakológiai irodalom első, nagy jelentőségű alkotása, receptjeinek változatai a későbbi farmakológiai irodalomban is felbukkannak.

6. Sextius Niger

„Épp most olvasom *Sextiust*, ezt a ragyogó elmét. Görög nyelven római szellemben filozofál.” *Seneca* írja ezt 65 körül egy barátjához írt levélben az 1. század első felének természettudósáról *Sextius Quintus*ról (más néven *Sextius Nigerről*), aki egyszerre művelte a bölcséletet és a farmakológiát. Az alexandriai *Szótíosz* és a már említett *Cornelius Celsus* baráti társaságában fejtette ki nézeteit, amely a sztoikus és újpythagoreus tanok szintézisét nyújtotta. *Szótíosz* mondotta el *Senecának*, hogy miért lett barátja vegetáriánus: „*Sextius* úgy vélte, az ember elég táplálékot talál a véren kívül is, és megszokja a kegyetlenséget, ha gyönyört lel a hús marcangolásában. Hozzátette, hogy az érzékiség táptalaját korlátozni kell. Arra következtetett, hogy a sokféle, testünkötől idegen táplálék káros az egészségre” (*Seneca, Epistolae = Erkölcsi levelek*, 108. levél, fordította *Kurcz Ágnes*).

Sajnos *Sextius* munkái nem maradtak ránk, a sokoldalú, magas erkölcsiségű tudós tanait csak idézetekből ismerjük. Úgy látszik, hogy vegetáriánus nézetei kapcsolatba hozhatók orvosi-botanikai kutatásaival. Orvosi-botanikai és zoológiai munkája a *Peri hylész iatrikész* címet viselte, tehát azt is — mint minden művét — görögül írta: címe (latinul;

De materia medica) utal arra, hogy ez is olyan jellegű munka volt, mint *Celsus* V. könyve, illetőleg *Scribonius Largus* gyógyszerertani munkája. Minthogy sem *Celsus*, sem a forrásait oly gondosan említő *Scribonius* nem idézi nevét, valószínűleg azoknál később, az 1. század 50-es éveitől íródott. A későbbi farmakológiai irodalomra, *Plinius*ra és *Dioszkoridész*re nagy hatást gyakorolt.

Az előbbi nemcsak általában említi forrásként, hanem néhány alkalommal egy-egy gyógyszer, illetve mérég kapcsán konkrétan is hivatkozik rá. Midőn *Plinius* a tiszafáról (*Taxus*) beszél, említi *Sextius* véleményét az arkádiai mérgező *Taxus*ról (*Nat. Hist.* XVI 10). *Plinius* orvosi-zoológiai vonatkozású könyveiben is találkozunk *Sextius* nézeteivel: így az ő nyomán említi, hogy a szalamandra nem ég el a tűzben (XXIX 4), s őrá hivatkozik akkor is, amidőn a hód heréjének csodatevő termékéről, a *castoreum*ról ejt szót (XXII 3).

7. Görög farmakológia a római császárkorban

A gyógyszerismeret történetében az egész mediterrán világban a legnagyobb és legszélesebb hatású művet egy kilikiai katonaorvos, *Pedaniusz Dioszkoridész* írta, aki *Nero* és *Vespasianus* császárok idején, az 1. század harmadik harmadában működött. Főműve, a *Peri hylész iatrikész* (*De materia medica* = *Az orvosi anyagról*) öt könyvben tárgyalja a növényi és állati eredetű gyógyszert. A mű bevezetése, egy bizonyos *Areiosz* nevű férfinak szóló ajánlást követően, a gyógyszer tudomány rövid történetét adja. Sajnos az általa említett szerzők egy részéről (pl. a bithyniai *Ioulosz*-ról, vagy a tarentumi *Hérakleidész*ről) úgyszólván semmit sem tudunk; ellentmondóak *Andreasz*ra vonatkozó ismereteink is, akit *Dioszkoridész* mint *iatroszt* – vagyis orvost – emleget, míg *Krateuasznál* – mint tudjuk – csupán *rhyzotomoszként* („gyökérvágóként”) szerepel. Szó esik *Nigerről* is, akiről *Plinius* azt írja, hogy római létére görögül írt.

Dioszkoridész műve a fajok számát illetően a leggazdagabb munka, amely az ókorból a leíró növénytan és a gyógynövénytan köréből ránk maradt: több mint félezer növényfaj többé-kevésbé részletes leírását adja, a termőhelyek említésével, emellett a gyógyászatban szerepet játszó állatokról is ír. A növényekkel kapcsolatosan bizonyos rendszerezést is megkísérel, amennyiben az említett mű I. könyvében az aromatikusan illatozó, olajat, kenőcsöket adó növényekről esik főként szó, a III.-ban a különböző fű-

félékről (illetőleg azokról a növényekről, melyeknek gyökere orvosságok készítésére alkalmas); ezt a csoportot folytatja a IV. könyvben is, míg az V. könyv főtémája a szőlő és a szőlészet. Meglepő viszont, hogy a különböző állati eredetű készítményeket nem a növények után, hanem a II. könyvben tárgyalja, az ásványi eredetű gyógyszerekről viszont a mű utolsó könyvében, a szőlészet után esik szó. Mai értelemben vett természetes rendszerről tehát aligha beszélhetünk nála. Az igazi érdeme első-sorban a növényleírásokban rejlik, s főként abban, hogy az *Imperium Romanum* egész területén ismert gyógyító erejű növényeket, illetve a belőlük készült készítményeket tárgyalja, sőt olyan területeken élő növényekről is szó esik, amelyek már az oikoumené határán élnek. Feltűnő pl., hogy *Dioszkoridész* számos dákiiai növényt említ, holott a mai Erdély területén a *provincia Daciát* csak a 2. század elején szervezte meg *Traianus* császár. Természetesen nagyon valószínű, hogy az általa *dakikosz* eredetűként említett növényeket ő a Balkán északkeleti területéről ismerte.

Az is bizonyos, hogy *Dioszkoridész* nem minden növényt *autopszia* alapján írt le, feltűnő pl., hogy *Plinius* könyvének egyes leírásai mennyire azonosak *Dioszkoridészével*, holott egymás művét nem ismerték (*Plinius* néhány évvel később írta botanikai könyveit, mint *Dioszkoridész*). A feltűnő rokonság titka a közös forrás, nevezetesen a görögül író latin *Niger* botanikai műve. Mindazonáltal általában *Dioszkoridész* leírásai pontosabbak, mint *Pliniusé*. Példaként nézzük egy jellegzetes és szép mediterrán növény, az oleander (*Nerium oleander* L.) leírását a két szerzőnél *Dioszkoridész* szerint (*De mat. med.* IV 82) ennek a növénynek: „... levelei hosszabbak és vastagabbak, mint a mandulafáé, virága a rózsáéhoz hasonló, gyümölcse olyan, mint a szarv, belsejében gyapjúszerű anyaggal van töltve... A gyökere hegyes, hosszú, sós ízű. Díszkertekben és folyók mentén tenyészik.” *Plinius* (*Nat. Hist.* XVI 79; XXIV 90) viszont csak annyit mond a növény természetrajzáról, hogy Görögországból származik, örökzöld levele van, virága a rózsáéhoz hasonló. Az oleander mérgező hatásáról mindketten ugyanazt állítják, hogy ti. a juhok és kecskék számára mérgező, az ember számára viszont orvosság a kígyóméreg ellen. *Dioszkoridész* az utóbbiról szólva azt is megmondja, hogy a rutával (*péganon*) együtt borba keverve kell használni. *Dioszkoridész* egyéb műveinek hitelessége erősen vitatott, ám bizonyos, hogy vizsgált műve rendkívüli hatásával az ókor, sőt a középkor folyamán egyetlen farmakológiai munka sem vetekedhet. A római császárkor többi, görög nyelven írt gyógyszeres munkája — köztük a *Galénosz* által említett *Pamphiliosz*

műve — különben is mind elpusztult, csupán egy farmakozoológiai munka hosszabb kivonata maradt ránk. Ennek szerzője *Philumenosz*, akinek életéről sajnos semmit sem tudunk. Valószínűleg a 2. században működött, munkája a mérges állatokról és a gyógyszereikről szólt (*Peri iobolón zóón kai tón en autoisz boéthématón*). Ez csak egy része lehetett az említett szerző több részből álló terapeutikai munkásságának, amelyet a pneumatikus irányzat korábbi képviselőinek tanításai alapján készített kompendiumnak tarthatunk (a gyógyszer tudományi fejtegetéseket pl. *Eraszisztratosz*, továbbá az *epheszoszi Ruphosz* nyomán írta). Az említett munka fő részét a különféle mérges kigyók — az áspiskígyótól a basziliszkuszig terjedő — leírása nyújtja, tekintettel előfordulási területeikre, mérgező hatásukra s az ellenmérgekre, illetve gyógyszerekre.

„Mind, ami gyógyírt csak tengernek ezernyi halából
nyerhet az ember, e műben felsorolom sokaságát . . .”

(Németh György fordítása)

Markellosz Szidétész — aki az Antoninus-dinasztia császárainak idején, a 2. század derekán működött Rómában — így kezdi 101 hexameterből álló költeményét, amelyben a halakból nyerhető gyógyszerekkel ismerteti meg. A költemény, amely az *Iatrika peri ikhtyón* címet viseli, formailag — s nyilván részben tartalmilag is — a már említett orvos, gyógyszerész és költő, az *epheszoszi Ruphosz* hagyományait követi. A bizánci *Szudalexikon* tanúsága szerint szerzőnk hatalmas művet írt a különböző gyógyszerekről: ezt a 42 könyvből álló alkotást epigramma dicsőítette, melyet egy római könyvtárban állítottak fel tiszteletére, ahol a teljes művet őrizték. Sajnos mindebből csak az említett töredék maradt ránk, amely a farmakológia és az ichthyológia története szempontjából egyaránt érdekes, jöllehet szerzőnk nem sok újat ad a korábbi ismeretekhez.

A mű első felében (1–43 verssorban) bemutatja szerzőnk a legkülönbözőbb tengeri lényeket a kékesen csillogó *phagrosztól* (*Sparus pagrus L.*). egészen a legnagyobb tengeri állatokig, a delfinekig meg a fókákig. A felsorolás bizony meglehetősen önkényesen csoportosítja ezeket az állatokat. Rövid intermezzo után, amely két hal (a *triglé* és az *anthrakosz*) párviadalát örökíti meg, a költeménytöredék másik része a rájáról (*trügón*) és a „tengeri sárkányról”, murénáról és hasonlókról szól, színes szavakkal jellemezvén ezeket az állatokat, amelyek (elektromos) ütésükkel veszélyeztetik mindazok biztonságát, akik a tengerben velük szembeke-
kerülnek.

8. A szakosodás fejlődése a császárkor orvostudományában

A gyakorlat tette szükségessé azt a már a hellenisztikus világban megindult folyamatot, hogy az orvostudomány egyre jobban specializálódott. Ez a folyamat a római császárkor korai periódusában, az 1. század második felében s a 2. században érkezett el a tetőpontjára. Ennek előrehaladásáról elsősorban a különböző orvosi szakmák képviselőinek feliratai — főként sírfeliratok — tanúskodnak. Az említett időszakban már külön szakorvosok gyógyították a különböző testrészek — szem, torok, fül, fogak — betegségeit. Különösen sok felirat szól a szemorvosokról, ám — sajnos — hiányzanak azok a munkák, amelyek részletesen tárgyalnák a szem anatómiáját és betegségeit, illetve azok terápiáját. Mindazonáltal nemcsak a gyógyászat, hanem általában a szomatológia története szempontjából is érdekesek azok a feliratos pálcikák, amelyek egyes szemorvosok készítményeit tartalmazzák az orvos nevével, az indikációval s a használati utasítással. A szemészet mellett a császárkorban különös fejlődésnek indult pl. a fogászat is (megjegyzendő, hogy már az etruszkok is készítettek műfogsorokat). Mindez az élettudomány történetének kutatója szempontjából azért érdekes, mert mindennemű műfogsor, művégtag készítéséhez komoly anatómiai és fiziológiai ismeretekre volt szükség (régészeti leletekben műfogsorok, műlábak stb. maradtak ránk).

Különösen nagy fejlődésnek indult a specializáció a *kirurgia* területén. Nem beszélve arról, hogy egyes sérülésveszélyes foglalkozásoknál pl. a katonák és atléták, sőt gladiátorok egészségére külön sebészek vigyáztak, a sebészet egyes ágaiban is tekintélyes specialisták jelentek meg az 1–2. század folyamán. *Martialis* (40–102), a híres epigrammaköltő pl. korának híres orvosairól szólva megemlíti *Casceliust*, a fogászt, *Hyginust*, a szemészt, szól két jeles kirurgusról is, mégpedig *Fannusról* és *Erosról*: az előbbi torokműtéteket végzett, az utóbbi a bőrfelület, az epidermis bántalmait gyógyította műtétileg. (*Mart. Epigr.* X 56); ugyanez a költő ír a Flavius-kori *Alconesről*, aki különösen a sérvek és csontsérülések operálásában vált ki (*Epigr.* XI 85 4).

A 2. században élt *Antyllosz* is, akit forrásaink a legnagyobb ókori sebészek egyikének emlegetnek. Sajnos munkáinak csak néhány töredéke maradt ránk, melyeket késő antik és kora bizánci orvosok — *Oreibasziosz*, *Aetiosz Amidenosz* és *Paulosz Aiginatész* — őriztek meg. Könyvet írt a mozgásról, sőt a sebészet általános problémáiról is. Különösen nagy

becsben tartották a későbbi orvosok *Antyllosznak* az érfal gyengesége miatt keletkezett verőértágulatról, az *aneurizmáról* szóló tanítását, s ennek a betegségnek a terápiájáról írott nézeteit. Foglalkozott a különböző plasztikai műtétekkel is, az utóbbiak elméleti megalapozása nyilvánvalóan kitűnő anatómiai és élettani ismereteket tételez fel.

A kirurgiából különül el a császárkor folyamán a *nőgyógyászat* is. Fejlődését nyilván társadalmi okok is nagymértékben elősegítették, a nők növekvő szerepe a római társadalmi-politikai életben. A fentebb — mint farmakológus — idézett *Ruphosz* a nőgyógyászat terén is jelentős haladást hozott: pontosan leírta a női nemi szervek bonctanát, írt a *superfoetatio*ról — vagyis a fogamzás után újabb petesejt megtermékenyüléséről —, valamint a női meddőségről.

Ám a császárkori nőgyógyászat fénypontját az *epheszoszi Szoranosz* munkássága jelenti, aki *Traianus* császár idején működött Rómában. A methodista irányzathoz tartozó tudós mintegy 20 orvosi művet írt. Ezek közül — sajnos — csak kevés maradt ránk eredetiben. Köztük a legnevezetesebb a *Peri gynaikeiôn pathôn*, vagyis a női betegségekről szóló munka. Ez az *egyetlen* teljes nőgyógyászati munka, amely az ókorból ránk maradt. A mű koncepciójára jellemző, hogy szerzője, a methodista iskola szellemében, a bevezetésben hangsúlyozza, hogy ő a kóros jelenségek bemutatására szorítkozik, a normális állapot („*physzikon*”) leírása csupán szónoki díszként szolgálhat. Mindazonáltal munkája a női szervek bonctanának megismerése szempontjából is korszakos jelentőségű. Hangsúlyozza, hogy a méh gömb alakú szerv, amely a magzat kifejlődésére szolgál. Részletesen leírja ezt a szervet, megkülönböztetvén egyes részeit: a méhszájat, a méhnyakat, a méhtestet, továbbá a méhüreget, amelyet vastag nyálkahártya bélel ki. Ismerte a méh bonctanát, azt, hogy izomrostokból áll s ereket is tartalmaz. Boncolás alapján ismerte a petefélszket, a petevezetékét, tudott a pete fejlődéséről. Megjegyzi, hogy Galliában hizlalás céljából a kocákat megfosztják petefélszüksüktől. Fontos, új megfigyeléseket közöl a méhgyulladásról (*uteritis = metritis*) a következőkben: „A gyulladás (*phlegmoné*) a »gyullaszt« (*phlegein*) igéből származik, nem pedig abból — mint *Démokritosz* mondta —, hogy a nyálkásodás (*phlegma*) az okozója. Az anyaméh gyulladása igen különböző módokon állhat elő, de a leggyakrabban megfázás (*pszykszisz*) miatt, de ugyanúgy ütés, vetelés vagy rossz szülés (*phaule... maiószisz*) következtében is, amelyek egyike sem igényel eltérő kezelést.

Amikor az anyaméh gyulladásban van, nemcsak általános tünetek

(*szémeia*) jelentkeznek, hanem sajátos kórismék is, amelyek rávilágítanak arra, hogy az anyaméh melyik része betegedett meg. Hol az egész méh begyullad, hol pedig csak a méhszáj (*sztomion*), hol a nyak (*trakhélosz*), hol a méhfenék (*pythmén*), hol maga az üreges test (*kytosz*), még hozzá akár fent, akár lent vagy oldalt, és néha az is megtörténhetik, hogy ezen részek némelyike vagy akár többségük is gyulladásba jön.

Az általános kísérő tünetek a következők: láz, a beteg rész fáj és lüktet, a gyomortáji rész megduzzad (vö. *onkosz*) és megkeményedik (vö. *szkléria*), forróság, kiszáradás, feszülés áll elő a medencecsont körüli részeken, vagy nyomasztó érzés a lágyékban, az oldalakban, az alhasban, az ágyékban és a combokban, borzongási roham, szúró görcs, lábzsibbadás (*narké*), térdremegés, patakozó veríték, gyenge és nagyon szapora érverés, ugyanakkor fájás a gyomorban, bágyadtság és gyengeség. Ahogy a betegség előrehalad, csuklás lép fel, továbbá fájdalom a nyakban, torokban, állkapocsban, a fejben és a szemben, s különösen a szemfenéken. Előfordul még vizelet- és székrekedés is, vagy mind a kettő. Amikor a gyulladás súlyosbodik, emelkedik a láz, fokozódik a gyomortájék duzzadása, és önkívületi állapot (*parakopé*), fogvacogás (*szynereiszisz*) és görcsös vonaglás (*szpaszmosz*) lép fel. Ezek az általános tünetek...” (*Peri gynaikeón pathón*. Havas László fordítása.)

Szoranosz az akut és krónikus betegségekről is alapvető munkát írt (*Peri oxéon kai khronión pathón*), s sebészeti munkássága is jelentős: a csonttörések ismerveiről (*Peri szémeiön katagmatón*) című művét a bizánci orvosok is alapvetőnek tartották: illusztrált kéziratok nyomán tudhatjuk, hogy az epheszoszi orvostudós mily sokféle pólyakötést készített a fej és a test csontjai különböző töréseinek gyógyítására. Csak sajnálhatjuk, hogy sem orvos-lélektani műve (*Peri pszykhész*), sem pedig az ókori orvosok életét tárgyaló könyvei nem maradtak ránk. Gazdag munkásságának jelentős részéről csupán a késő római *Caelius Aurelianus* közléséből, illetőleg az általa készített latin nyelvű fordításokból tudunk. Nőgyógyászati munkásságát *Mustio* – görög nevén *Moszkhion* – folytatta. *Mustio* latin fordítása révén kerültek be Szoranosz nőgyógyászati tanai a nyugati középkor tudományába. Viszont a *Mustio*-féle latin fordítás később görög visszafordításban is megjelent: *Moszkhiónosz peri gynaikeiön pathón* címmel. A latin változat legkorábbi kódexében (9. század, Brüsszel, Egyetemi Könyvtár) több nőgyógyászati ábra is látható, pl. a magzat méhen belüli fekvéseinek bemutatása.

9. A római kori orvostudomány fénypontja: Galénosz

Az antik orvostudomány szerteágazó tapasztalatait, kutatásait, elméleti kérdéseit új szempontokkal, vizsgálatokkal bővítve nagyarányú szintézisbe foglalta a pergamoni születésű *Galénosz*. Tudóscsaládból származott: apja, *Nikón* jómódú építész volt s matematikával is foglalkozott. *Galénosz* is matematikai és bölcséleti tanulmányokkal indult el a tudományos megismerés útján, de érdeklődése korán az orvostudományok felé fordult: a pergamoni híres Aszklépiosz-szentélyhez kapcsolódó orvosi iskolában folytatta tanulmányait Szmyrnában. Korinthoszban, majd Alexandriában fejlesztette tovább tudását: az utóbbi helyen bizonyára alkalma volt a *Szerapeiön* — *Szarapisz* vagy *Szerapisz*, *Aszklépioossal* rokon hellenisztikus-egyiptomi istenség — temploma melletti gazdag könyvrárban a régi tudósok műveit forgatni. Majd visszatért Pergamonba, s a gladiátorok orvosa lett. 157–161 közt működött ebben a minőségében, s ez jó alkalmul szolgált számára a sebészet különféle gyakorlati problémáinak megoldására. 169-től Rómában, az Antoninusok udvarában működött, ám mégsem kísérte el urát, *Marcus Aureliust* a Garamenti hadjáratára, ahol az 180-ban pestisjárvány áldozata lett. *Galénosz* Rómában maradt, s ott is hunyt el *Septimius Severus* császár uralkodása idején.

Mondottuk, hogy *Galénosznak* kitűnő lehetőségei voltak arra, hogy elődei nézeteit megismerhesse, tanulmányozhassa, éppen ezért munkái rendkívül jelentős orvostörténeti adatokat is nyújtanak. Számos olyan antik orvos nevével és nézeteivel találkozunk műveiben, amikről egyébként semmit sem tudhatnánk. *Galénosz* két csoportra osztja az ókor orvosait: az egyik az *empírikusok*, akik a tapasztalatra támaszkodnak, a másik csoport nem az empíriából indul ki, hanem az értelemből (*logosz*), s ezért őket *logikoi* néven említi. Az első csoportba tartozók a tapasztalat (*apodeixisz*) alapján írják fel a betegeknek a szükséges gyógyszereket, míg a másik csoportbeliek úgy vélik, hogy előbb az orvosnak a létrehozó okokat és a beteg körülményeit kell alaposan mérlegelniük, mielőtt a terápiát megállapítanák, ezeknél tehát a helyes belátás (*endeixisz*) a döntő.

Galénosz bölcséleti magatartása *eklektikus*: orvosi nézeteinek alapjául *Hippokratész* tanítása szolgált, egyik főműve *Hippokratésznek* a járványokról írt munkájához készült kommentár, — másrészt viszont *Arisztotelész* tanítására épül módszere. Ő a nagy közvetítője a hippokratészi

gondolkodásnak a középkor számára, nem véletlen, hogy *Anagni* városának dómjában — tehát egy keresztény templomban — is ott találjuk képét egy román kori faliképen *Hippokratész* társaságában.

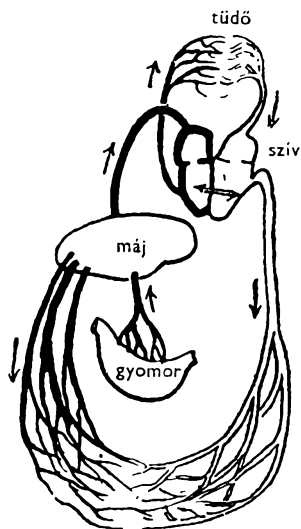
Abban a ritka szerencsés helyzetben vagyunk, hogy *Galénosz* műveinek jelentős része az utókorra is fennmaradt, ami éppen Nyugaton és Keleten egyaránt széles körű népszerűségének és megfellebbezhetetlen tekintélyének köszönhető. Munkássága az orvostudománynak egész területét felöleli, a gyógyszer tudományt, a „thériaka”-kutatást is beleértve. Több mint 80 orvosi tárgyú művén kívül még 125 nem orvosi vonatkozású munkájáról tudunk, utóbbiak túlnyomó többsége bölcséleti vonatkozású.

Galénosz sokirányú orvostudományi tevékenységében, mint erre már utaltunk, különösen nagy szerepet játszottak mintaképének, *Hippokratész*nek műveihez írott magyarázatai, főként azok, amelyekben a kósi Mester sajátos nézeteit fejleszti tovább, ilyen többek közt az elemek szerepéről szóló munka, továbbá az emberi testrészek sajátos összetételét vizsgáló mű (*Peri kraszeón*), s a szervezet hatóerőinek elemzése (*Peri physzikón dynameón*) — hogy csak a legfontosabbakat említsük. Nagyszabású munkában foglalta össze az általános anatómiai ismereteket (*Anatomikai egkheirészeisz*): ez a 15 könyvből álló munka külön-külön tárgyalta az emberi testtájékokat a végtagoktól kezdve egészen az idegrendszerig. Nagy patológiai munkájában a belbetegségek lokális diagnózisát adja. Foglalkozott a gyógyítás módszertani kérdéseivel, diatetikával, farmakológiával (pl. *Peri kraszeósz kai dynameósz tón haplón pharmakón* című művében, amelyben a természetes — „galenikus” — gyógyszerek összetételét és hatását elemzi).

Leghíresebb, legnagyobb hatású alkotása azonban élettani műve, amely — többek közt — a vérkeringés teljes mechanizmusát mutatja be. Ez a munka olyan hatást gyakorolt az egész európai és arab orvostudományra, hogy egyesek még akkor is ragaszkodtak egyes meghaladott tanításaihoz, midőn a 17. század elején *William Harvey* az emberi test bonctanának és élettanának új, helyes módszerét megteremtette (*Galénosz*nak szemére szokták vetni, hogy embert soha, csupán majmot, a *Macacus inuust* boncolta, nyilvánvaló azonban, hogy a vérkeringésre vonatkozó tévedéseinek nem ez a forrása!).

A *Peri kheirász morión*, vagyis *A részek használatáról* szóló mű, amelyet *Galénosz* második római tartózkodása — tehát 168 — után írott 16 fejezetben foglalja össze a testrészek bonc- és élettanát. Az állatok és az

ember összehasonlításából kiindulva szerzőnk hangsúlyozza az ember felsőbbrendűségét: nemcsak az ész emeli ki az embert az összes élőlények fölé, hanem az is, hogy az ember az egyedüli élőlény, amelynek keze van „*kheirosz mén dé monosz hapantón zóón anthróposz eszken*”), természetesen nemcsak a kéz és a kar anatómiáját és élettanát nyújtja, hanem a lábbal is hasonló alapossággal foglalkozik. (A kéz „dicsérete” annál meglepőbb, hisz *Galénosznak* közvetlen tapasztalata bonctani szempontból csak az említett majomfaj mellső végtagjáról lehetett, emberkezet sose



boncolhatott!) Az emésztőszervek vizsgálata után következik az agyé, ennek bonc- és élettanában is újat ad, jóllehet csak hét pár agyideget ismert a tizenkettő közül. Viszonylag igen alapos az arcról, annak részeiről, különösen a szemről szóló rész (X. könyv). A nyaki, mellkasi részek vizsgálata után a nemi szervek bonc- és élettanát adja, nála is szerepel az a kora görög korban már felvetett nézet, hogy a vese vénájából jobboldalt kiáradó véredény segítségével történik a fiúk, a baloldali által pedig a leányok nemzése; a főszerep az ondóé, a női nemző anyag csupán a mag-

zat táplálására alkalmas. A mű utolsó, legjelentősebb része a XVI. könyv, amely a vérkeringés mechanizmusát írja le, ezt rendkívüli tudománytörténeti jelentősége miatt részletesen közöljük:

„10. Miután elég kimerítő magyarázatot adtam az idegekről, ideje rátérni a [véredények] (*angeion*) elrendeződésére, és először az artériákról kell beszélni. Van egy bizonyos hatalmas edény (*megiszton angeion*), ahogy már előzőleg is mondtam, amely a szív bal kamrájából indul ki, és amely hatalmas fatörzshöz hasonlóan szétágazik [az egész testben]. Ez az óriási edény nyomban, ahogy a szívből kilépett, két ágra oszlik: az egyik a gerinc felé fordul (*epi tén rakhin*), hogy artériákat bocsásson ki az összes lejjebb fekvő testrészbe; a másik fölemelkedik a fejbe, és elágazásai vannak a szív felett elhelyezkedő összes szervben. Amint azt már előzőleg mondtam [16 2], az edények megoszlása egyenetlenül történt, mert az állatban [élőlényben] (*tó zóó*) a szív alatt több testrész van, mint fölötte. Az artéria leszálló ága annyival haladja meg azt, amely a nyakba emelkedik fel, amennyivel az alsóbb testrészek száma felülmúlja a felsőbb testrészeket. Itt tehát a méltányosságnak és a mesterségbeli tudásnak bizonyára nem kis műveiről van szó. Még ezeknél is nagyobb dolog, hogy amikor a felfüggesztett artéria* fölemelkedik, és ezért támaszték nélkül halad keresztül az egész mellkason, a természet gondoskodott biztonságáról, aláhelyezve a tüdőt, mint valamiféle gyámpillért, körülvéve őt hárttyákkal, mint valamiféle kötelekkel, és a legrövidebb úton vezetve el a legjobban megerősített és a legszilárdabb részek felé. Mert ennek a leszálló része [előlről hátrafelé haladva] arra a területre, amely kiindulási pontjával átellenben áll; semerre sem hajolva el, a legegyszerűsebb és legrövidebb úton eljut a mellkas ötödik csigolyájáig.

A másik [a fölfelé menő artéria] pedig kiindulása után tüstént egy bizonyos részt önmagából a bal lapockába és hónaljba küld, és a tüdőre nehezelve, valamint hárttyákkal alátámasztva, fölemelkedik, anélkül hogy elágazódnék, egészen az első bordáig, mert nem lett volna elővigyázatos dolog, ha felfüggesztett helyzetben részekre szakad. Ezután már magából is egy kis részt az első bordaközi területekre küld; és egy másikat indít el a has borda alatti tájékára (*hypokhondrion*) és az emlőhöz, s mindez az egész mellcsontnak alá van helyezve; egy harmadik [artéria], amely a gerincvelőnek van szánva, ha csigolya lyukán megy keresztül, és

* Az érrendszerre vonatkozó magyar terminológia már a Harvey-féle szemléletet tükrözi, ezért itt nem teljesen használható!

átkelése közben (*kata tén hodoiporian*) elágazik a szomszédos izmok felé. Ennek az artériának a folytatása széteszlik az egész bal karban és vállban. A másik pedig, amely az egész felszálló artériának a legnagyobb ága, onnan, ahonnan emez is keletkezett, egyenes úton halad fölfelé a torokhoz, hogy maga is minél gyorsabban csatlakozzék a mellcsont középső részéhez.

De hát ne csak azt a különlegességet vedd észre bennük, hanem azt a területet is alaposan vizsgálj meg, ahol mind a két ága az artériának behatol a csontokba. Látni fogod ugyanis, hogy nemcsak a csont szolgál mintegy gátul [*probléma — Helmreich; blasztéma — Kühn*] és támasztékul, hanem ráadásképpen az edények egyikének egy hártya lett aláterítve, és egy, a csigolyák belső részeit olajozottá tevő porcogó is van ott, amely [az edény] számára egyfajta lágy párnává válik, és [látni fogod], hogy a másik edény alatt, amely a nyakban emelkedik fel, egy igen nagy és rendkívül lágy mirigy lett szőnyeg módjára elhelyezve.

Ha nem lenne semmi más edény a mellkasban, sem pedig semmiféle fentről lefelé vagy lentől fölfelé menő ág, amelynek ugyanígy segítségre lenne szüksége, hátul a gerinc (*rakhisz*), elöl pedig a mellcsont (*szternon*) tehetnének eleget annak, hogy csupán a nagy artéria ezen ágainak biztosítsák a már előbb leírt hasznos védelmet. De minthogy ott lehet találni egy fő vénát, amely fölemelkedik, és a nyelőcsövet, amelyik leszáll, éppúgy, mint azt a vénát, amelyik a mellkast táplálja, nem lett volna helyes elhanyagolni ezeknek a biztonságát sem; őket is be kellett takarni, össze kellett kapcsolni, alá kellett támasztani, nekik is védelemre és egy, a csontok segítségével kialakított gátra volt szükségük. Bizonyára kitűnik, hogy mindezek így is vannak, és az állatok [élőlények] teremője hanyagságból semmit sem felejtett el. Mert először is, amikor megtehetette volna, hogy összeköti a nyelőcsövet a szegycsonttal és a fő vénát a gerinccel, épp az ellenkezőjét tette. A gerinc ugyanis közelebb van a nyelőcsőhöz, mint a mellcsont, és a szegycsont közelebb a fő vénához, mint a gerinc. Mert a nyelőcső a csigolyákra támaszkodva ereszkedik alá, míg a mellcsonttal szomszédos az az edény, amely a szív jobb pitvarából emelkedik elő, és amelyet — mivel a fő véna folytatása — sok orvos szintén fő vénának nevez. És ezért jobb volt, hogy a szomszédos csont biztosítson mindegyikük számára gátat, mintsem egy távoli csont, s mintsem hogy így vezesse el az ellenkező oldalra a felfüggesztett edényt a mellkas hatalmas üregében. Ezenkívül ebből az elrendezésből mindkettő számára egyéb előny is származott: a nyelőcső a gerincen feküdve jobboldali vonalon halad, hogy a

győmorba torkollják, anélkül hogy át kellene haladnia a rekeszizom közepén, hiszen az már szükségképp át van fúrva egy lyukkal, amelyen át a fő véna halad; a fő vénának pedig az a haszna, hogy amikor megérkezik a kulcscsomhoz, és találkozik a szívből kijövő artériával, ő maga kedvező helyzetben van. De ugyanez az artéria számára is tüstént kedvező állapotot biztosít, mert miután részekre szakadt, hogy fölemelkedjék a nyakon keresztül, ennek az artériának az ágai mélyen fekszenek, miközben a vénák rajtuk nyugszanak.

A természet a legjobban rendezte el, hogy mindebből kifolyólag, nemcsak a nyelőcső és az artéria, valamint a mellkas alsó részeit tápláló véna fekszik a gerincen, és nemcsak a fő véna van a mellcsont alatt rögzítve, hanem még a nyelőcső, az artéria és a véna sem ugyanarra a szintre lett elhelyezve, és bizony nem a nyelőcső van középen, az artéria pedig a széleken, hanem ez utóbbi a csigolyák központi területén emelkedik, miközben a nyelőcső az artériával párhuzamosan oldalt helyezkedik el. Mert amennyivel fontosabb az élet szempontjából a fő artéria a nyelőcsőnél, annyival biztosabb is a helyzete. Ennek nem elhanyagolható bizonyítéka, hogy a nyelőcső útja a nyak összes és a mellkas négy első csigolyájának közepén vezet keresztül. Nem lenne ugyanis illendő sem az, hogy — ha már egyedül a csigolyákon nyugszik — a biztonságosabb utat elhagyva valamilyen másik, veszedelmesebb ösvényen haladjon, sem pedig az, hogy — ha egy jelentősebb szervvel találkozik — ne engedje át annak az első helyet. De mivel az a véna, amely a mellkas nyolc alsóbb bordáját minden oldalról táplálja, kisebb, mint az artéria, ezért a véna mellette helyezkedik el. Ám erről egy kicsit később lesz szó [16, 14] a vénák tárgyalásakor, most visszatérek az artériára.

Minthogy ugyanis a hatalmas artéria — amelyről beszéltem — a mellkas alsó részein halad keresztül, minden irányba elágazásokat bocsát ki azon területekre, ahol a bordaközi izmok helyezkednek el. Az elágazások legnagyobb része ugyanis ezekben az izmokban oszlik el, nem kis részük azonban azokban az izmokban halad, amelyek a mellkas külsején helyezkednek el. Nem lehetett ugyanis ezekhez [az izmokhoz] máshonnan sem biztonságosabban, sem rövidebben elvezetni az artériákat ugyanúgy, ahogy a rekeszizomhoz sem lehetett egy másik artériából, sem pedig annak egy másik részéből, hanem csak ebből az artériából, amely ott helyezkedik el, és annak is abból a részéből, amelyen keresztül halad a rekeszizom.

Sőt az sem lett volna jobb, ha a gyomor, a lép és a máj más területről

kaptak volna artériákat, mint ebből az egyetlen hatalmas artériából, amikor az épp eléri a rekeszizom alatti körzeteket. Ugyanezekről a területekről osztódik szét az artéria a belső szervekben (*toisz enteroisz*). A bélfodornak (*meszenterion*) a csúcsa ugyanis egészen közel volt, és ezért szükségesnek mutatkozott, hogy ne csak az onnan kiinduló artéria, hanem a véna és az ideg is szétoszoljanak a belek összes kanyarulataiban (*helikesz*). Ezután pedig a vesék helyezkednek el, s ezekbe ismét egy hatalmas artériapár illeszkedik be, de ezek nagyságáról már beszéltünk, amikor a vesét tárgyaltuk [5, 5], s itt most csak arról szólunk, miért nem az artéria egy másik részéből erednek. Úgy látszik, a természet vízvezetékek módjára használja a legnagyobb edényeket, mert minden területen, amelyen [az edények] áthaladnak, a szomszédos körzetekbe mintegy valamiféle patakokat és csatornákat küld szét a befogadó szervek jelentőségének és hasznosságának megfelelően eltérő nagyságban, és bizony mindegyiküket a legkisebb térközzel (*ek brakhytou diasztématosz*) bocsátja ki. Ezért az artériának az a része, amely a jobb oldali vesébe hatol be, fentebb ered, mint az, amelyik a bal oldali vesébe tart, mivel — ahogy már előzőleg kimutattuk [5, 6] — maguknak a veséknek a helyzete sem egyforma. Egyáltalán nem meglepő tehát, hogy a mellkashoz tartozó bal oldali artériák ugyanarról a helyről indulnak ki, mint a jobb oldaliak, és hogy a jobb oldali vesének szánt kiágazás ugyanakkor magasabban van, mint amelyik a balba megy, az őket befogadó két szerv helyzetének megfelelően; de a leginkább azt illik csodálni, hogy a herékbe (*eisz tousz orkheisz*) tartó artériák rendben azokat követik, amelyek a vesék felé haladnak: csakugyan, az, amelyik bal oldalról indul ki, mindig magához vesz valamit a vesékhez menő artériából, néha pedig egyedül csak abból táplálkozik; amelyik viszont jobbról ered, mindig magából a nagy artériából keletkezik, néha azonban abból [az artériából] is vesz magához valamit, amelyik a veséhez tart. Ami pedig annak szükségességét illeti, hogy ezeknek [az artériáknak] valamiképpen egyfajta nem tiszta és savós anyagot kell fölvenniük, ezt már a 14. könyvben kimutattuk [7. fejezet]. Amikor pedig a herék közelébe érnek, számtalan kanyart írnak le, s bár erről már beszéltem ugyanabban a könyvben [10. fejezet], mégsem árt most sem emlékezetbe idézni, nehogy egy általam főntebb jelzett [9. fejezet] s a természet által az állat [élőlény] minden testrészében tiszteletben tartott alapelv úgy mutakozzék, mintha megsértenék, nem adva rá megfelelő magyarázatot. Miközben ugyanis — mint mondtuk — a természet minden részhez a legrövidebb térközzel

viszi el az artériákat és a vénákat, addig az összes közül egyedül a herékhez és az emlőhöz nem a legközelebbi, hanem a legtávolabbi erekből vitte oda, bár nem azért, mert elfeledkezett előbbi céljáról, hanem azért, mert egy másik, még jobbat követett. A tej és az ondó a teljesen felhasznált vérből termelődik. Ezt a tökéletes feldolgozást pedig az őket szállító edényben való hosszú tartózkodás biztosítja. Ez a tartózkodás pedig szükségképpen a hosszabb edényekben nő meg, s azok a hosszabbak, amelyek messzebről érkeznek. A természet tehát helyesen cselekszik, amikor a herékhez és az emlőhöz nem a legközelebbi edényekből, hanem a legnagyobb távolságról vezeti oda a vért és a levegőt (*pneuma*). De ha a spermának tökéletesebb feldolgozásra van is szüksége, egyedül a térköz hosszúsága nem lenne elég ehhez, miként a tejnek; sőt a természet igazságtalan lett volna, ha nem egyforma, de különböző dolgoknak teljesen azonos és hasonló tulajdonságokat adott volna. Ennélfogva tehát nemcsak messziről vezette oda az artériákat és a vénákat a herékhez, ugyanúgy, ahogy az emlőhöz is, hanem ráadásul még sokféle módon össze is hajtogatta az edényeket, mielőtt oda bekapcsolta volna, gondolom azért, hogy ezzel is meghosszabbítsa az anyagok tartózkodását az őket szállító csatornáknak. De a vénák csak ezen a helyen vannak összehajtogatva, s az artériák is csak itt, ugyanúgy, mint a vénák, ám az ő hajtogatásaik nagyobb számúak a használat miatt az ún. hálószerű [vér]edény-ágazatban. Mert ezek az artériák táplálják az agyvelőben a lélek-levegőt (*to psykhiikon... pneuma*), amely természeténél fogva annyira különbözik minden más levegőtől (*pantón tón allón pneumatón*): ezért nem lehet csodálkozni azon, ha olyan táplálékra van szüksége, amely igen hosszú úton érkezett, előbb fel lett dolgozva és mindenképpen át lett alakítva. Egyébként aligha találsz más artériákat vagy vénákat, amelyek messziről érkeznének valamely testrészhöz, hanem mindannyian a legrövidebb úton jönnek a nagy edényekből kiindulva. Ám a vénákról kicsit később beszélünk.

A nagy artériából viszont az előbb említett elágazásokon kívül még egyéb kirajzások is vannak a gyomorgödör (*epigasztzion*) izmaihoz, ugyanis nem volt lehetséges, hogy máshonnan vezessenek edények a lehető legrövidebb úton ezekhez az izmokhoz. Sőt azon egész útja folyamán, amelyet a nagy artéria az egész gerincen megtesz a mellkas ötödik csigolyájától kezdve, bizonyos más kis edények is behatolnak a gerincvelőbe; általában kétfelé válnak, és nem csekély részüket hátrafelé küldik a hátizomhoz. A csontok közé is behatolnak, ott, ahol azok egymással

összekapcsolódnak, s ahol az idegek belülről kilépnek; és egy-egy ízület-nél két elágazás van, mivel lyuk is kettő van: az egyik a gerinc jobb részén, a másik a balon. Az egész gerincoszlop mentén akárhány kis artériapár van, szám szerint kiegyenlítik a gerincvelőből kilépő idegeket, és a vénákkal együtt behatolnak a vékony és lágy hártyába, amelyik a gerincvelőt beborítja. Sőt minden egyes elágazásában, amitől olyan, mint valami törzs, az artéria, amely a gerinc közepén emelkedik, kisebbé válik, mint előzőleg volt, ugyanúgy, ahogy a fatörzsek is elvékonyodnak, miután kibocsátották ágaikat, és ahogy a folyók futása is csökken, miután csatornákat vezettek el belőlük. Ezért, ha összeveted az artériának a mellkas ötödik csigolyájánál mutatkozó nagyságát azzal, amelyik a hátgerinc utolsó csigolyájánál jelentkezik, úgy tűnik majd fel számodra, hogy az artéria sokkal kisebb lett. Ráadásul, bár a fő véna a gerinc mellett magasabb az artériánál, és felülről lefelé halad, mégis ezen a helyen az artériával együtt találjuk. Mindkettőnek meg kellett ugyanis őriznie helyzetét, amelyet kezdettől fogva elfoglalt, mivel semmi más sem készíteti őket ennek megváltoztatására, és a keskenyebb edénynek a vastagabbnak kell húzódnia. Amikor az edények végighaladtak a hát menti területeken és szétváltak a combokban, megfelelőbbnek mutatkozott, hogy bennük a vénák — ugyanúgy, mint az egész állatban [élőlényben] — az artériában helyezkedjenek el, és hogy helyzetük ne változzék a combokon keresztül haladásuk minél nagyobb biztonsága érdekében.

A természet ugyanis nem feledkezett el azokról a szervekről sem, amelyek a széles csontnál helyezkednek el, hanem nekik is juttatott artériákat és vénákat nagyságuknak és hasznosságuknak megfelelően, mert csakugyan, a húgyhólyagba kicsi, az anyaméhbe pedig nagy és kettős edényeket helyezett el, hogy azok ne csak a méhet, hanem a benne megfogamzó magzatot is táplálják. Az említett edények a vesék körüli területről haladnak a herékhez, s egészen azok aljáig elágaznak; azon edények viszont, amelyek a méhnyakhoz és a herék mögötti részekhez vezetnek, a combokba vivő edényekből ugyanazon a helyen keletkeznek, ahonnan a férfiakban a hímveszőhöz futó edények, vagyis az ágyékból. Ezekről a helyekről viszont ellenkező irányban is futnak felfelé vénaszerű edények. Ezek a kölcsönös kapcsolat alapján egyesülnek azokkal az edényekkel, amelyek az emlőktől lefelé tartanak, s amelyekről a 14. könyvben beszéltünk [8. fejezet]. Ezek az edények ugyanis a mélyben találkoznak egymással, mások viszont a külső felületen, a gyomor körüli izmok végénél, az ágyék közelében. Ugyanezekről a helyekről egy kis

edénypár tart azon területek felé, amelyek a szeméremtesttel állnak kapcsolatban. Azon vénák másik páros összekapcsolódása, amelyek közösek az emlőkkel, a mellkassal és a nemzőszervekkel, találkozik azokkal a vénákkal, amelyek az emlőktől a felületen futnak le.

Már előzőleg [8. fejezet] szó esett azokról az edényekről, amelyek a combokhoz taranak, és amelyek a legbiztosabb úton, a belső részen keresztül haladnak, mert amikor átmennek ezen a területen, az elülső és a külső részen az egész combot maguk előtt találják mint valami gátat; a belső részen áthaladva pedig igen erős izmokkal találkoznak, amelyek alatt, illetve amelyeken keresztül vonulnak. A természet ugyanis az ágyékban, mintegy támaszték gyanánt, nagy mirigyeket helyezett el oda, ahol az edények kétfelé váltak, hogy ezzel is védje őket a külső ütésekkel szemben. Nagy edények tehát egyik végtagban sem találhatók a felszínen, sem a lábban, sem a kézben, hanem — ahogy mondtuk — a mélyben rejtőzve haladnak, és az artériák még inkább, mint a vénák, mert nagyobb jelentőségűek; és ha megsérülnek, a vérzés következtében komolyabb bajokat okozhatnak. Néhány kis edény azonban szükségképpen egész a bőrig nyomul, hogy az ott levő részeknek táplálékot nyújtson. Most még az egyes izmokban történő szétoszlásukról is szeretnék valamiképpen megemlékezni, de úgy látom, hogy tárgyalásuk igen hosszadalmas lenne. Ezért helyesebbnek tűnik nekem, hogy — miután már előadtam a [test] felépítésének célszerűségét — ezek mindegyikének különleges vizsgálata kapcsán visszautaljak »a boncolási műveletekről« szóló munkámra.” (*De usu partium*, 16. könyv. 10. fejezet *Havas László* fordítása.)

Szemelvényünk nemcsak *Galénosz* anatómiai és élettani szemléletét mutatja be, hanem jól példázza a természetről alkotott felfogását, világnézetét. A pergamoni születésű tudós az Aszklépiosz-kultusz ősi felfogását egy olyan új vallásos szemlélettel helyettesíti, amelyben a világban működő isteni rend mindent a legteljesebb célszerűség szerint irányít. A fenti anatómiai fejtegetések élettani, sőt világszemléleti kiteljesítéseként — a fentebb, már az alexandriaiaknál említett — „*pneuma-tant*” továbbfejleszti, konkretizálja. Nézete szerint a *pneuma*, amely az élet lényegét adja, hármas jellegű: a „*lelki pneuma* (*pneuma psychikon*) az agyból indul ki, ez az érzékelés és a mozgás irányítója, az „*éltető pneuma*” (*pneuma zótikhón*) a szívben székel, ez a vérkeringés irányítója, ez szabályozza a test hőmérsékletét, végül a harmadik, a legalacsonyabb rendű a „*természetes pneuma*” (*pneuma physikón*), amely a májban működik,

szabályozza a táplálkozást, az anyagcserét. A testi működések tehát nem anyagi természetűek, ahogy az epikureusok – köztük *Lucretius* – vélték, hanem szellemi alapjuk van.

Galénosz patológiai szemléletét illetően *Benedek István* hangsúlyozza, hogy hibás élettani szemlélete ellenére „találó leírást ad sok betegségről: ilyenek a béltraktus, máj- és vese zavarai, sárgaság mint tünet), köszvény, cukorbetegség, agyvérzés, bénulások, különböző elme- és idegbetegségek – mint hisztéria, epilepszia stb.”*.

A betegségek gyógyításában a különböző diéták, fürdők mellett nagy szerepet tulajdonít a gyógynövényeknek. Nem véletlenül került egyetlen hiteles képe éppen a bécsi *Dioszkoridész-kódexbe* (illetve annak változataiba), a nagy orvosok és farmakológusok közé: szorgalmasan olvasta *Dioszkoridészt*, s az ő nyomdokain haladva 473 gyógynövényt sorol fel, az ún. galénikus készítmények eredetileg egy vagy több növényből készült gyógyszerek voltak. A *Prosz Piszona peri tész Thériakész* című művében, amelyet *Pisonhoz* intézett, a „thériaka”-csoportba tartozó állatokat sorolja fel, vagyis azokról szól, amelyek mérgező hatásúak, s arról is ír, hogy miként kell ellenük védekezni.

10. A 3. század latin nyelvű orvostudománya

A *Galénosz* utáni idők római orvostudománya már azt a válságot tükrözi, ami a római világban a politikai, gazdasági, társadalmi téren egyre inkább szembetűnővé vált. A 3. századi orvosi vonatkozású irodalomban már úgyszólván semmi újat sem találunk, az e korban keletkezett művek legfeljebb recepteket tartalmaznak.

Így a *Quintus Serenus Samonicus* (atya és fiú) néven ránk maradt több mint ezer hexameterből álló *De medicina praecepta saluberrima* hangzatos címe ellenére – amely a legüdvösebb gyógymódokat ígéri – csak annyiban bővíti ki *Dioszkoridész* és *Plinius* „gyógyszertárát”, hogy különböző varázsszavakkal, „abrakadabrá”-val gyógyít olyan súlyos betegségeket, mint pl. a váltóláz, de az egér ürülékét s a ploskákat is felhasználja a gyógyításban. A kor másik gyógyszerkészítőjéről, *Gargilius Martialis*ről már az agrártudósok közt szó esett, agrártudományi művének egy feje-

* *Benedek I.*, *Galénosz*, in: *Orvosi Lexikon* (szerk. *Hollán Zs.*) II. Budapest 1969. 443.

zetében, amely a kerti növényekről szól (*De hortis*), *Plinius* nyomán a kertekben tenyésztett növények gyógyhatásairól sem feledkezik meg. Mint általában a hanyatló ókor orvosi, gyógyszerészeti vonatkozású irodalma, ez is jó forrásként öröklődött át a korai középkorra, a híres salernói orvos, *Constantinus Africanus* is behatóan tanulmányozta.

11. A görög orvostudomány alkonya. Oreibasziusz

Eunapiosz — az utolsó antik orvostörténet írója — beszámol a 4. század legkiemelkedőbb görög orvosa, a pergamoni születésű *Oreibasziusz* (326—403) életéről. A jómódú család sarja már szülővárosában *Aszklepiosz* isten legkiválóbb odavaló képviselőjének, *Galénosznak* hatása alá került. Pergamon után módja nyílt arra, hogy Alexandriában fejlessze tovább orvosi ismereteit, itt a ciprusi származású *Zénont* hallgatta. Nagy szerencséjére korán megismerkedett Nagy Konstantin unokaöccsével, *Iulianus* (*Iulianosz*)-szal, aki — nagybátyjával ellentétben — a „pogány” műveltség lelkes híve volt a már kereszténnyé váló római világban. Értékes könyvtárát *Oreibasziusz* rendelkezésére bocsátotta, s különböző útjaira — többek közt Athénba is — magával vitte. Mikor *Iulianus* római császár lett (361-ben), a pergamoni tudós lett az udvari orvosa. A császár megbízásából az antik orvostudomány eredményeiről nagy összefoglalást készített. Ez a mű sok kiváló tudós (*Dioszkoridész*, *Arkhigenész*, *Antyllosz*, *Philumenosz*, *Philagriosz* stb.) műveit foglalta egybe (jelentős részüik, mint pl. az említett *Antyllosz*, továbbá *Ruphosz*, *Apollóniosz* stb., a pneumatikus iskolához tartozott). Jellemző, hogy nem annyira az empirikus, mint inkább a különböző elméleti beállítottságú tudósok műveiből válogatott. Munkájának mintegy harmadrésze maradt csak ránk, a többiről részben az *Eusztathioszhoz* írt munkájából, továbbá bizánci orvosok hivatkozásaiból tudunk, nem beszélve arról, hogy arabra is lefordították. Az utóbbi kivonat a gyógyítás módjairól, eszközeiről szól, s a gyakorlattól (gyógymódok, gimnasztika, fürdők) halad az elméleti következtetések felé. Harmadik műve a gyorsan ható gyógyszerekről szól, melyet *Eunapioszhoz* írt (*Prosz Eunapion peri euporisztón*).

Oreibasziusz érdeme — a nagy császárkori tudósok, *Dioszkoridész*, *Galénosz* kommentálásán, számos, egyébként számunkra ismeretlen görög orvos tanításának megörökítésén túl — a korábbi eredmények világos, egyszerű stílusban történt össeefoglalása, mint ezt az alábbi, az ütőerekről (artériákról) szóló szemelvény is mutatja:

„Ezek az edények a szív bal kamrájából erednek; innen kilépve az egyik vékony és a vénákhoz hasonlóan egy szál hártyával ellátott artéria a tüdőn ágazik szét a belégzésből származó haszon kedvéért. Egy másik, két hártyával ellátott, vastag és az előzőnél sokkal nagyobb artéria alkotja mintegy az összes artéria törzsét; ezt főartériának (*aorté*) hívják. Ahogy a szívből kilépett, tüstént látni lehet, hogy két egyenlőtlen részre oszlik, és ezután a kisebbik ága felé halad, és ott rögtön ismét két egyenlőtlen részre oszlik. Közülük a nagyobbik ferdén halad fel a kulcscsontgödör irányában, a mellkas bal oldaláról a jobb oldalra térve át; ugyanakkor a másik ág helyzete ezzel ellentétes: mert szintén ferde irányban halad a lapockacsont és a bal hónalj felé, közben kiágazásai vannak a szegycsont, az első mellkasi bordák és a nyak hat csigolyája felé, valamint arra a tájékra, mely körülveszi a kulcscsontot a váll csúcsáig, és mindezen szétágazások után az artéria többi része a lapockacsonton és a karon oszlik szét...” (*Med. XXV. 61, 1–2. Havas László fordítása.*)

12. Epigonok az 5. századi görög orvostudományban

Oreibasziosz még valószínűleg megérte az *Imperium Romanum* végleges kettészakadását: *I. Theodosius* császár halála előtt, 395-ben felosztotta a birodalmat fiai között: *Honorius* kapta a latin kultúrájú nyugati részt, míg a Balkán, Egyiptom és Ázsia — a görög műveltségű területek *Arcadius* (*Arkadiosz*) uralma alá kerültek. Közel egy évszázadig, 476-ig élt egymás mellett a kettéosztott római világ.

Az 5. század, az ókor utolsó százada már csak epigonokat szült az orvostudományban. Az 5. század elejének ünnepelt konstantinápolyi orvosai a damaszkoszi születésű *Hészzykhiosz* és fia, *Iakobosz* — akiket a gyógyászat „*Zeuxisza és Pheidiasza*” néven emlegettek kortársai — nem sok újat alkottak. Érdekes egyénisége ennek a világnak az egyiptomi származású *Aszklepiodotosz*, aki zenével, matematikával, fizikával és orvostudománnyal egyaránt foglalkozott, sajnos művei mind elvesztek.

E korszak görög orvostudományát egyre jobban uralmába kerítette a tapasztalati tények vizsgálata helyett egyrészt az elvont bölcsekedés, másrészt a pusztá kazuisztika; hiányzott az empiriára alapuló, új eredményeket szintetizáló vizsgálati módszer, még az volt a legszerencsésebb, ha az orvos — mint az „iatroszophisztész”, *Palladiosz* (nem azonos az agrártudós kortársával!) — *Hippokratész* műveiből vette a gyógyítás tudo-

mányát. Hasonló szemléletben működött a másik „iatroszophisztész”, *Szeverosz* is, akinek a bélbetegségek gyógyításáról írott műve széles körben elterjedt volt.

13. Latin nyelvű orvosi művek a korfordulón

A 300–500 közötti időkből aránylag sok latin nyelvű orvosi és farmakológiai munka maradt ránk. Ez a tény természetesen nem annak a jele, hogy ebben a korszakban ezek a tudományok új lendületet vettek, csupán olyan felfogásban íródtak, ami megfelelt a középkor felfogásának, s ezért a kolostorok szerzetesei buzgón másolták ezeket.

Már említettük a 4–5. század fordulóján működött numidiai orvostudóst, *Caelius Aurelianus*-t, akinek igazi érdeme nem önálló kutatásaiban rejlik — aligha voltak ilyenek —, hanem a 2. század kiváló sebészének és nőgyógyászának, *Szoranosz*nak latinra fordításában, kivonatolásában. Nem sokkal eredetibb a galliai születésű *Marcellus*nak (akit a középkor „*Marcellus Empiricus*” néven emlegetett), *I. és II. Theodosius* miniszterének („*magister officiorum*”) műve az orvosságokról (*De medicamentis*). A 36 fejezetből álló könyv a fej betegségeitől lefelé haladva a különböző testtájékok, testrészek betegségeivel s azok ellenszereivel foglalkozik. Forrása az ún. *Medicina Plinii* nevű késő antik munka, amely nem más, mint *Plinius* nagy művének gyógyszer-tani részeiből készült kompendium. Az olvasó már a hosszú fejezetcímekből is jól tájékozódhat, hogy a szóban forgó fejezet milyen betegségekre ad — lehetőleg kísérleti tapasztalatok („*de experimentis*”) nyomán — gyógyírt. A sok növényi gyógyszer mellett a különböző ráolvasásoknak is bőven jut szerep a jó tanácsok között. A könyvhöz egy kb. 80 soros költemény csatlakozik, mely a legfőbb növényi gyógyszereket énekli meg, amelyek a világ minden tájáról, főként azonban az oikoumené széleiről származnak, Indiából éppúgy, mint Kínából vagy a Nílus vidékéről.)

A 4. század második felében működött orvosok a kereszténység hatása alól sem vonhatták ki magukat. Keresztény volt már az *Augustinus* (Szt. Ágoston) által emlegetett afrikai orvos, *Vindicianus* is, aki *I. Valentinianus* császár idején magas orvosi tisztséget töltött be — *comes archiatrorum* néven írja alá azt a levelet, melyet uralkodójához intézett. Legnevezetesebb munkája — az ismertek közül — egy, a régi orvoslásról szóló mű töredéke, amelynek első részében a szaporodás problémájával foglalkozik, a másodikban pedig különböző embriológiai-ginekológiai,

fiziológiai és etiológiai elméleteket sorol fel. A munka tehát nem hoz új eredményeket — nem is ez a célja —, de a korábbi nézetek megismerése szempontjából érdekes.

A középkori és a reneszánsz orvosi kódexek igen jelentős része őrizte meg azt a négy szerző által írott késő antik farmakológiai gyűjteményt, amely az utolsó összefoglalása az antik gyógyszernek a középkor határán. Az első szerző: „*Antonius Musa*” — *Augustus* császár orvosa — néven szerepel, valójában egy ismeretlen késő antik farmakobotanikus. A másik mű írója még hangzatosabb nevet visel: „*Apuleius Platonicus*”. Az ő általa írott herbárium — melynek utolsó, XXXI. fejezete a hírhedt mandragóráról szól — szintén kései munka, s legfeljebb annyi köze lehet (a kutatók többségének véleménye szerint) *Apuleiushoz*, hogy szintén Afrikában íródott. Afrika — pontosabban Észak-Afrika — a 4–5. század fordulóján egyik központja a latin műveltségnek.

A pseudoapuleiusi „*Herbarium*” nem ad leírást a gyógynövényekről — ezt az illusztrációk voltak hivatva pótolni —, hanem csupán a betegségeket szedi sorba, amelyeket egy bizonyos növény gyógyít. A betegségek felsorolását a növény nevének szinonimái követik. Feltűnő a sok egyiptomi név mellett a „*prophetae*” által adott nevek, a sok egyiptomi és dáciai (!) származású név (a Kárpát-medencei *Dacia* ekkor már rég a barbárok kezén volt). Egyébként a felsorolt növények jó része *Dioszkoridész*nél és *Plinius*nál is szerepel, s a mai napig is használatos.

A gyűjtemény másik két gyógyszeres traktátusa zoológiai jellegű. Az ismeretlen szerző írása: „*Liber de taxone*”, a borz fogainak (szemfogaknak?) s más testrészének gyógyhatásáról egy furcsa, mai napig is megfektetlen ráolvasást is megőrzött, amelyet a legkülönbözőbb korú kódexek (köztük a római Casanetense könyvtár Corvin-kódexe) is pontosan közölnek. A szöveg szerzője szintén feltehetőleg afrikai, a bevezető szavak egy bizonyos egyiptomi királyt emlegetnek, aki *Augustus* császárnak (!) küldte ezt a különös kis munkát. (Persze az is kérdés, vajon mit tudhatott egy egyiptomi uralkodó a borzról, amely Egyiptomban ismeretlen; talán eredetileg egy másik emlősfajra vonatkozott a szöveg.)

Végül a gyűjtemény utolsó része *Sextus Placitus Liber medicinae ex animalibus pecoribus et bestiis vel avibus* című műve, tehát a különböző állatok, barmok, vadak s madarak gyógyászati felhasználásáról szól. Módszere ugyanaz, mint „*Apuleius Platonicus*” könyvéé: pontokba foglalja, hogy egy-egy állatból mily betegségekre nyerhetünk orvosságot.

Különös, hogy a fejezetek közt az egyik a *De puero et virgine* címet viseli, mert szerzőnk szerint bizonyos emberi váladék is alkalmas lehet a gyógyításra, főként mint a termékenységet elősegítő vagy éppen gátló gyógyszer.

Ímígyen keveredik a régi, tapasztalatilag kipróbált gyógyítás az ősi, a haldokló ókorban újra meg újra feltörő mágikus gyógymóddal, a természetes a félve tisztelt természetfölöttivel...

14. Az utolsó antik empirikus orvos: Anthimius (Anthémiosz)

A bomló ókor babonás, áltudományos művei közül messze kimagaslik egy olyan munka, amelyet már nem római császár, hanem egy barbár uralkodó egészségének üdvéért írtak... Szerzője: *Anthemius*, bár művét *Theoderik* germán rex számára írta — mégpedig latinul (*De observatione ciborum ad Theodericum regem Francorum epistula*) —, valójában görög származású volt, s *Zénón* bizánci császár idején (474–491) Konstantinápolyban élt. Műve, akárcsak a latin nyelvű orvostudomány kezdetén *Celsus* dietetikája, *ma is megszívlelendő gyakorlati útmutatásokat tartalmaz az egészséges életmód elengedhetetlen tartozékáról, a helyes táplálkozásról.*

Az 511–534 között írott munka elején a különböző húsételekről olvashatunk, írónk tudja, hogy a frankok szeretik a szalonnát (*crudo*, illetve *laredo*), s ezt nagyon dicséri mint kitűnő gyógyszert („*de laredo crudo Franci sanatur*”). Részletesen ír a különböző szárnyasok húsáról, s különösen a galambhússal foglalkozik, figyelmeztetvén tapasztalatból az uralkodót, hogy ügyelni kell, nehogy olyat fogyasszon, amelyik mérgező növényt, fekete hunyort evett: ismert két parasztot, akik ilyen galamb húsából ettek, s súlyos belső vérzés után meghaltak.

A húsételek után a különböző főzelékek fogyasztásáról szól *Anthimius*, majd lisztfélékről írva igen dicséri azt az árpából készült eledelt, amelyet görögül „*alphita*”, latinul „*polenta*”, a gótok viszont „barbáru” „*fenea*” néven említene: ez borral keverve kitűnő a dizentéria ellen. *Anthimius* okos tanácsait a száraz füge s a szárított szőlő ismertetésével fejezi be.

Anthimius munkájának különleges értéke, hogy gyakran hivatkozik saját tapasztalataira. Az a tény, hogy a klasszikus és a „barbár” ételleket is összehasonlíttja, utal arra az új világra, ami az *Imperium Romanum* összeomlását követte.

XI. AZ ÉLŐ TERMÉSZET MINT ERKÖLCSI PÉLDATÁR

1. A „teremtett világ” interpretációja

„Az alkotót dicsérve kezdem, szemlélve a szilárd földet, az állatok különbözőségét s a növények virágainak tarkaságát” — írja *Szt. Metódiosz* (311 körül) a szabad akaratról szóló munkájában.

A klasszikus természettudomány képviselői, az ún. „pogány bölcsek” közt is találkoztunk már olyanokkal, akik — mint pl. *Arisztotelész* vagy *Galénosz* — az egzakt természetleírások közé illesztve, az élőkben benne rejlő *célszerűséget* hangsúlyozták, ám a kései antikvitás keresztény írói az egész Mindenséget, s benne az élő természetet is, a maga teljességében apologetikusan, vagyis a hitvédelem szemével vizsgálják.

A 3–4. század fordulóján *Caecilius Firmius Lactantius*, midőn az *Isten művéről* ír (*De opificio Dei*), hangsúlyozza, hogy a legfőbb létező, az ember alkotója (*hominis artifex*) minden állatnak gondoskodott védelméről. Igaz, hogy — akárcsak *Lucretius*, *Seneca* vagy *Plinius maior* — ő is beszél az ember biológiai védtelenségéről, ám ugyanakkor hangsúlyozza, hogy az ember értelmével, bölcsességével — amelyek természetesen a Teremtő adományai — védekezni tud a fenyegető veszélyek ellen. *Lactantius Varróra* és *Ciceróra* hivatkozik, s élesen szembe fordul az Epikurosz-követők „esztelenségével”, akik nem hisznek az isteni gondviselés erejében. Szerzőnk az ember különleges képességeinek, a kéznek és a nyelvnek felsőbbrendűségét hangsúlyozza a puszta állati erővel szemben. *Lactantius* említett művében — akárcsak *Celsus*nál — az emberi test leírását is olvashatjuk a fejtől a nemzőszervekig; akárcsak *Plinius maior*, ő is foglalkozik a nemzés, születés, öröklés kérdéseivel. Anatómiai közlései a kor színvonalán állnak.

Az emberről szóló biológiai vonatkozású fejtegetések célja *Lactanti*usnál nem elsősorban a természettudományos ismeretközlés, hiszen csupán bevezetését nyújtják a mű teológiai és morális fejtegetéseinek.

A Természet világának vizsgálata tehát a keresztény gondolkodók

számára elsősorban az isteni bölcsesség, az isteni előrelátás (*providentia Dei*) szempontjából jelentős. A cél: Isten képének, bölcsességének bemutatása a teremtett dolgokon keresztül. Különösen alkalmas ennek a szemléletnek részletes kifejtésére az ószövetségi biblia első könyvének, „a hat napnak” (görögül „*Hexahéméra*”), a mózesi teremtéstörténetnek eseményeihez fűződő kommentárok.

A két legjelentősebb kommentár a IV. században készült. A korábbi szerzője *Baszileiosz*, kaisareai püspök (szt. *Vazul* kb. 330–379) a „*Hexahéméron*” szerzője, akinek művét 400 táján ültette át latinra *Eusztachiusz*. A IX. könyvből álló mű a bibliai teremtéstörténet sorrendjében tárgyalja az élettelen és az élő világot, éppen ezért a sajátos ószövetségi „fejlődéstörténetnek” megfelelően a „harmadik nap” eseményét, a növények teremtését nem az állatoké követi, hanem közbeiktatódik a „negyedik nap”-on történt kozmikus esemény, a „két nagy világító” létrehozása, s csak azután jöhet az „ötödik napon” a csúszómászók, a vízi állatok, illetőleg az ég szárnyasainak teremtése. *Baszileiosz* tehát szigorúan orthodox, még a kétely árnyéka sem merül fel benne e különös „fejlődésmélet” olvasásakor...

Miután az „égi világítók” elhelyezkedtek az égboltozaton, a vizekben megjelentek a csúszómászók, a levegőben a szárnyasok. *Baszileiosz* az egyes állatcsoportok leírásánál már az antik tudomány eredményeit közli, s elválasztja az elevenszülő vízi állatokat (delfin, fóka) az ikrarakó halaktól; bizonyára ismerte — legalábbis hellenisztikus kivonatokból (*Arisztophanész Byzantiosz* nyomán?) az arisztotelészi zoológia rendszertani kísérleteit. Különös szeretettel foglalkozik a vízi élőlényekkel, hangsúlyozván, hogy saját maga is szemlélte a tengeri halak életét (szerzőnk egyébként is rajongója a tengernek, a „második nap” leírását a tenger szépségének dicséretével fejezi be!). Meglepő, hogy a négylábúak világa kevésbé érdekli, annál inkább a madaraké: a VIII. könyvben éppen, hogy említi őket, pedig a sorrend szerint itt kellene róluk beszélnie, őt azonban a különböző repülő állatok jobban érdeklik, köztük a denevér (*nykterisz*), amely szerinte „nem kevésbé négylábú, mint szárnyas”. Nagyon jellemző a mű egész irányvonalára, hogy ennek a könyvnek a végén hangsúlyozza, hogy mit szólnak azok, akik nem hiszik *Pál apostol* tanítását a feltámadásról, — hiszen az „indiai szarvas hernyó” milyen átalakulásokat mutat, míg végül szárnyas lénné válik! Ám a hosszú körmondatba foglalt entomológiai közlés az asszonyokhoz intézett buzdítással folytatódik: „ti, midőn azt a ruhát viselitek, amelyet a Szérek

abból a fonalból készítenek, amelyek ennek az állatnak termékei — gondolatok a feltámadásra, s ne kételkedjete abbán, amit Pál a test újjászületéséről ír” (vö. 1 Kor. 15, 35—38). Meglepő, hogy *Szt. Vazul tudja, hogy a selyem a Szérek földjén élő állat terméke* (persze ezt a területet Indiába helyezi — az ókori Európában India és Kína egyazon világgént szerepelt) — hiszen a Szérek selyemtermelő állatkájáról csupán egyetlen korábbi ókori klasszikus adott többé-kevésbé helyes képet: ez *Pauszaniász* aki még azt is leírta, hogy hazájában hogyan nevelik fel ezt az állatot. (*Arisztotelész* és *Plinius* még csak a Kósz szigetén élő *Lasiocampa otus* nevű selyemszövő hernyóról tudtak!) Az egyházatya zoológiai ismeretei tehát viszonylag széles körű olvasottságon alapulnak. Ám a természet-tudományos fejtegetések célja nála sohasem a pusztá ismeretközlés, ez esetben is a végcél: *egy dogmatikai tétel alátámasztása a természet-tudományból kölcsönzött érvekkel.*

Tíz esztendő telt el *Baszileiosz* halála óta, midőn *Ambrosius* milánói püspök kilenc homíliát — bibliamagyarázatot — tartott a Teremtés hat napjáról összesereglett híveinek. A hat könyvben összefoglalt *Exaameron* — amely természetesen latin nyelven íródott — végső célkitűzésében s töretlen ortodoxiájában a kappadókiai püspököket követi, ám az ő viszonya a Természet világához mégis más, mint azé.

Már a kezdet is egészen más hangvételű: *Ambrosius* ugyanis a Teremtés első napjáról szóló beszédét szenvedélyes polémiával kezdi, melyben az antik „pogány” bölcselek, *Plato*, *Arisztotelész*, *Pythagorasz* és *Démokritosz* nézeteit ismerteti a világ, az anyag, a teremtés kérdéseiről, majd mindezeket az „emberi tévedéseket” („*hos hominum errores*”) szembeállítja azzal az isteni bölcsességgel, amely *Moyses* művében megnyilatkozik. (*Baszileiosz*nál hiányzik ez a polémia!) A „harmadik nap”, a növényvilág teremtése kapcsán már határozottan megmutatkozik *Ambrosius* módszere az élővilág tárgyalásában: általános leírások, a Természet gazdagságának összefoglaló jellemzése után a különböző bibliai szövegek többé-kevésbé kapcsolódó hasonlatainak magyarázása, *a morális és a teológiai tanulságoknak Baszileioszénál is sokkal erőteljesebb hangsúlyozása.*

Az „ötödik nap” tárgyalásánál nála is sok szó esik a különböző vízi lényekről, ám az egyetlen valóban személyes élményből fakadó, konkrét vonatkozás, amelyben a *Ticinum* és *Athesis* habjainak lényeiről esik szó, egy pisztrángfélére, a *thymallusra* (*Thymallus vulgaris* = *Salmo thymallus* L.) vonatkozik. Jó példa számára a tengeri sün esete, amelyről *Plinius*

és *Baszileiosz* is ír, hogy miként jelzi a tenger viharát vagy az elkövetkezendő lecsendülését: („*index futurae tempestatis aut tranquillitatis adnuntius*”, V 9 24); nem olyan, mint a kaldeus csillagjósok, mert ő sohase téved, az isteni gondoskodás, előrelátás példája (vö. Mt. 6, 30, Luk. 12, 28 stb.). Folytathatnánk a példákat, a lényeg az, hogy *Ambrosius*nál az egyetlen fontos: miképpen segíti a Természet világának szemlélete a hívő embert egyetlen igazi céljának, az üdvösségnek elnyeréséhez.

Alexander von Humboldt, aki a *Kosmos* című művében részletesen idézi *Baszileiosz* levelét *nazianzi Grégóriosz*hoz, amelyben egy valóban szép természetleírást nyújt, *nyssai Grégóriosz*nak, *Baszileiosz* fivérének természet szemléletére is felhoz egy megkapó példát: „Ha minden sziklahátat, minden völgyfeneket, minden síkságot frissen sarjadt fűvel látok befedve, aztán a fák különféle ékességeit, lábaimnál a liliomokat, melyeket a természet jó illattal is meg színpompával is felruházott; ha a messziségben a tengert látom, melyhez a változó felhő vezet: akkor valami nehézség ül a kedélyemre, amely azonban nem minden gyönyör nélkül való. Ha aztán ősszel eltűnnek a gyümölcsök, lehullanak a levelek s a fák ágai ékességüktől megfosztva merednek ránk, akkor mi is lemerülünk (ennél az örökké és szabályosan visszatérő változásnál) a természet csodaerőinek hangulatába. Aki ezt a lélek értelmi szemével átlátja, az érzi az ember kicsinységét is a világmindenség nagyságához képest.” (*Fülöp Zsigmond* fordítása.)

A Teremtés gondolatának sajátos megfogalmazása jelenik meg a nagy afrikai keresztény gondolkodó, *Augustinus* (*Szt. Ágoston*) egyik művében, amelyik a mózesi teremtéstörténethez írott magyarázatokat tartalmaz (*De Genesi contra Manicheos*). A 388/390 táján megjelent könyv szerint Isten az okság és erők rendszerébe („*in ordine causarum*”) már kezdettől fogva belehelyezett, amit később az idő és a Természet munkája megvalósított. Így pl. a növény magja már tartalmazza a későbbi fa gyökereit, törzsét, ágait, gyümölcsét és leveleit („*si semen arboris considerantes dicamus ibi esse radices et robur et ramos et fructus et folia, non qua iam sunt, sed quae inde futura sunt*”) (*De Gen. I 7 11*). Képességileg (*potentialiter*) minden az idők kezdetétől fogva létezik, a létesülés pillanatában az okok kapcsolata testet ad az eljövendőnek. *Augustinus* a teremtésre vonatkozó nézeteit egy másik munkájában, az 5. század elején (401–415 között) írt *De Genesi ad litteram* lapjain is kifejti. A hippói püspök ugyanis hangsúlyozza, hogy miként a magban láthatatlanul benne rejlenek mindazok, amelyekből idővel (*per tempora*) a fa keletkezik, úgy az

Isten is mindent egyszerre (simul) teremtett, „nem csupán az eget a nappal és a holddal és a csillagokkal együtt”, a földet és az alvilágot – szó szerint mélységeket a („*terram et abyssos*”), hanem mindazokat, amelyeket a víz és a föld hozott létre (*quae aqua et terra produxit*) lehetőség és ok szerint (*potentialiter atque causaliter*) (*De Gen. ad litt.* 9 17 32).

Augustinust nagyon izgatja az első ember egyéni fejlődésének és halhatatlanságának problémája is; az utóbbiról megállapítja, hogy Ádám halandó volt „állati testének adottsága szerint” (*Mortalis ergo erat condicione corporis animalis*), ám halhatatlan a teremő jósága következtében (ti. ha nem vétkezett volna). Augustinus nézetei egy igen sajátos fejlődéelméletet tükröznek. Ugyanis ő nem a fejlődés dinamikáját, időbeliségét hangsúlyozza, hanem egyrészt eleve meghatározottságát (*finesque et decessionis sui generis*), ebből következik, hogy a búzamazból sohasem lesz bab, s az emberből nem születik barom, se fordítva – másrészt azt is nyomatékosan kiemeli, hogy ez a meghatározottság eleve és kezdettől fogva egyetemes, és minden létező természetes sorsát a teremés pillanatától eldönti.

2. A „Kyranidák” és a „Physziologosz” világa

Sok szó esett arról, hogy a görög gondolkodás formálódásában milyen szerepet játszott Egyiptom. Míg a hellenisztikus orvostudomány vizsgálataánál arra mutattunk rá, hogy az egyiptomiak tapasztalata, tehát a valóság reális, tudományos megfigyelése volt az új eredményeket hozó lendítőerő, addig a római császárkorban ennek fordítottjáról is meggyőződhetünk. Nevezetesen az egyiptomi mágikus gondolkodás hatása – a 2. századtól kezdve egyre inkább hatalmába keríti az élővilágról alkotott nézetek alakulásában a császárkor tudományát: az ún. *Kyranidák* –, ezek a többé-kevésbé áltudományos, az élővilágra és a gyógyítás mágikus módjaira vonatkozó könyvek, melyeknek talán egy *Harpokration* nevű egyiptomi volt a szerzője (akiről még az sem biztos, hogy az ősi hitet vallotta vagy már keresztény volt), hatalmukba kerítették az egész görög kultúrájú Keletet, s gyakran mint *isteni kinyilatkoztatást* idézték őket. Ez a mágikus tendencia főként az *I. Kyraniszban*, a mű kezdetén érvényesül, ahol az ábécé 24 betűje szerint minden fejezetben 1-1 azonos betűvel kezdődő növény, madár, hal és kő szerepel, ezeknek tulajdon-

ságaik, „a szympathiák és az antipathiák” vannak felsorolva. Majd 4 könyvben — ugyancsak alfabetikus sorrendben — négylábúak, madarak, halak, növények szerepelnek jellemző tulajdonságaikkal, s a gyógyításban játszott szerepük bemutatásával. Jellemző, hogy a négylábúak közt éppúgy sző esik a nyúlról, mint a denevérről, a hangyáról, a szalamandráról és a kígyóról (görög elnevezéseik sorrendjében); mindegyikük gyógyhatásáról is olvashatunk, különösen sok szó esik az ürülék (*koprosz*) gyógyító erejéről, s persze mágikus formulát is találunk a szövegben.

Ugyancsak Egyiptom földjén keletkezhettek a 2. században vagy a 3. század elején az a munka, amelynek szerzője — *Arisztotelész* kifejezését felhasználva — *Physiologosznak*, a „Természet ismerőjének” mondja magát. Az elnevezés mögött egy ismeretlen görög egyházi férfi rejtőzködik, aki az állatok, továbbá néhány növény és ásvány alakját és tulajdonságait úgy mutatja be, hogy azokból a keresztény hitre és erkölcsre vonatkozó tanulságokat vonhasson le, s olvasóit ennek megfelelően komoly intelmekben részesíthesse.

A szöveg közvetlen mintaképei, forrásai körül számos nézet merült fel a kutatásban, mindenesetre már az első megfogalmazás is sok szálból szövődött össze. Úgy látszik, hogy az említett „*Kyranidák*” és a „*Physiologosz*” kapcsolatban állnak egymással, mégpedig valamilyen közös forrás révén, amelyben a „tudós irodalom”, a néphittel keveredett, természetesen az utóbbi mű esetében mindezt a hagyományt teljesen áthangolta a keresztény teológia: a dogmatika és a morálteológia. A mű az idők folyamán számos változtatáson, illetve kiegészítésen ment át, főként a 4–6. század teológiájának hatására, majd a középbizánci időkben. A 4. században már latinra is lefordították, a különböző közel-keleti nyelveken is megjelent, majd a legtöbb nyugat-európai nyelven is kiadták, s ez a sok fordítás nyilván az egyes helyiszövegeken is nyomot hagyott.

A mű mindhárom görög „redactiója” megegyezik abban, hogy az „állatok királyának” — az oroszlánnak — ismertetésével kezdődik. Mindjárt a legelején biblikus vonatkozást olvashatunk: „Juda fiatal oroszlán” stb. (vö. *Mózes Gen. 49,9*); a biblikus szöveg részletes idézése után a következőket olvashatjuk: „A természet ismerője azt mondja, hogy az oroszlánnak három tulajdonsága van. Ha a hegyekben vagy erdőkben barangol, nyomait farkával eltörli, nehogy a vadászok reája akadjanak. Így a mi Krisztusunk is... (újabb hosszú biblikus hivatko-

zás). A második tulajdonsága az oroszlánnak: ha a barlangjában aluszik, szeme nyitva van, tehát őrködik. Ez Salamonra vonatkozik, aki az *Énekek Énekében* így ír: »Én alszom, ám szívem őrködik.« Azután az Úr testisége alszik a kereszten, de az istensége őrködik, mivel az Atya jobb-ján ül... Az oroszlán harmadik tulajdonsága: a nőtény oroszlán halva szüli kölykét, mígnem harmadnapra jön a hím, arcába lehel, és életre kelti. Így a mi istenünk, a mindenható, minden létező atyja, a mi urunkat, Jézus Krisztust, az ő fiát a harmadik napon a halottak közül feltámasztotta... Helyesen (*kalósz*) beszélt tehát a természet ismerője az orosz-lánról s a kölykeiről.”

Ez az idézet világosan mutatja, hogy *nem a természetrajzi közlés a fő, hanem a dogmatikai tanulság*. A mű tehát egyáltalán nem törekszik az ismeretek kritikai közlésére, minden tulajdonság *kizárólag* apologetikus szempontból fontos. Ezért fantasztikus lények: szirének, kentaurók vagy a hangyaoroszlán (félíg oroszlán, félíg hangya) is szerepelnek, vagy a főnixmadár, Krisztus feltámadása, az újjászületés jelképe — amelyről hosszú költeményt írt a 4. századi keresztény költő és író, *Lactantius* (szerzőség vitatott). Ám éppen a jelképes ábrázolások váltak különleges jelentőségűvé a kultúra története folyamán, nemcsak a középkor, főként a romantika művészetében érezhető a *Physziologosz* hatása, hanem jelképei a máig is hatolnak, természetesen persze egészen más tendenciával (Debrecen, ahol az első független magyar kormány 1849-ben és 1944-ben megalakult, új címeréül az újjászületés madarát, a főnixet választotta!)

3. Minden létező szintézise: az Ember

Az ókor és a középkor határának egyik legnagyobb hatású egyénisége a latin világban, akinek hatása még a bizánci világban is érezhető (pl. a test feltámadásának kérdésében), *Gregorius* pápa (*Nagy Szt. Gergely*, 540–604). Ő, aki a test „pneumatikus” jellegű feltámadását hirdető *Eutykhiosz* konstantinápolyi patriarkával szemben azt hirdeti, hogy mindnyájan *ugyanabban* a testben támadunk fel, amelyben a sírba szálltunk — imígyen vélekedik az Ember szerepéről a létezők világában:

„Az emberben minden teremtményből van valami. Ugyanis valamiben közös a kövekkel, él, akárcsak a fák, érez, miként az állatok, s értelme olyan, mint az angyaloké” (*Omnis autem creaturae aliquid habet homo. Habet namque commune esse cum lapidibus, vivere cum arboribus, sentire cum animalibus, intelligere cum Angelis*) (*Homilia 29 in Evang.*).

Általános művek

- A. Arber*, The Mind and the Eye, Cambridge 1954.
F. S. Bodenheimer, History of Biology, London 1958.
G. Erdmann, Geschichte der Entwicklung und Methodik der biologischen Wissenschaften (Zoologie und Botanik), Berlin 1958.
G. Harig, Biologische Wissenschaft und Naturphilosophie in der antiken Sklavereigesellschaft, in: *I. Jahn – R. Löther – K. Senglaub* Geschichte der Biologie, Jena 1982. 47 – 103.
V. V. Lunkevics, Ot Heraklita to Darwina, in: *Ocserki po isztorii biologii*, Moszkva 1960.
S. R. Mikulinszkij, Isztoria biologii sz drevnejsih vremen do nacsala XX. veka, Moszkva 1972.
G. Montalenti, Storia della biologia e della medicina, Torino 1965.
E. Nordenskiöld, Die Geschichte der Biologie, nach. d. schwed. Ausgabe von 1920 – 1924, übers. v. *G. Schneider*, Jena 1926.
E. Rádl, Geschichte der biologischen Theorien, Leipzig 1913.
G. Senn, Die Entwicklung der biologischen Forschungsmethode in der Antike und ihre grundsätzliche Förderung durch Theophrast von Eresos, Aaru 1933.
Ch. Singer, A short History of Biology, 2. ed. London 1961.
A. Swiderkowna, A hellenizmus kultúrája, Gondolat, 1981.

„Állattan”

- Aristoteles* biológiai vonatkozású műveinek új görög – francia kiadása: *R. Mugnier – P. Louis*, Paris 1953 – 1975; De partibus animalium I. és De generatione animalium görög – angol kiadása: *D. M. Blame*, Oxford 1972; De motu animalium görög – angol kiadás: *M. I. Nussbaum*, Princeton N. J. 1978.

- Speusipposz*: P. Lang, Hildesheim 1965.
- Plutarchosz*: De sollertia animalium: ed: O. Hubert—H. Drex, Leipzig 1959, Gryllus—Bruta ratione, uo.
- Athénaios*: görög—angol kiadás: G. B. Gulick, London 1937—1941 (Loeb).
- Ailianosz*: görög—angol kiadás: A. F. Scholfield, Cambridge Mass.—London 1959 (Loeb).
- R. Burckhardt, Geschichte der Zoologie und ihrer wissenschaftlichen Probleme, 2. Aufl. bearb. u. erg. v. H. Erhard, Bd. 1. Slg. Göschen nr. 357. Berlin 1921.
- J. V. Carus, Geschichte der Zoologie, München 1872.
- G. Petit—J. Théodoridès, Histoire de la zoologie, Paris 1962.
- U. Dierauer, Tier und Mensch in der Denken der Antike, Amsterdam 1977.
- L. Gil Fernandez, Nombres de insectos en griego antiguo, Madrid 1959.
- H. Leitner, Zoologische Terminologie beim Älteren Plinius, Hildesheim 1972.
- E. De Saint-Denis, Le vocabulaire des animaux marins en latin classique, Paris 1947.
- D' A. W. Thompson, A. Glossary of Greek Fishes, London—Oxford 1947.
- D' A. W. Thompson, A Glossary of Greek Birds, London 1936.
- J. M. C. Toynbee, Animals in Roman Literature and Art, Ithaca—New York 1973.

„Növénytan”

- Theophrastos*: görög—angol kiadás: A. Hart, Cambridge—London 1961 (Loeb).
- G. H. Meyer, Geschichte der Botanik, Königsberg I. 1854, II. 1855.
- M. Möbius, Geschichte der Botanik von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart, 2. Aufl. Stuttgart 1968.
- E. H. Abbe, The Plant's of Virgil's Georgica, Ithaca 1965.
- M. Bretzl, Die botanische Forschungen des Alexanderzuges, Leipzig 1903.
- St. Fellner, Die homerische Flora, Wien 1897.
- G. Senn, Die Pflanzenkunde des Theophrast von Eresos, Basel 1956.

- Xenophón*: De re equestri ed. K. Widra, Leipzig 1964; Cyngeticus, Hipparchicus ed. E. O. Marchant, I–V. Oxford 1910; görög–francia kiadás: E. Delebecq, Paris 1970–1975.
- Kilikiai Oppianosz (Oppianus)* görög–angol kiadás: A. W. Mayr, London 1929 (Loeb).
- Apameai Oppianos (Oppianus)* görög–francia kiadás: P. Bourdeaux, Paris 1908, görög–angol kiadás: A. W. Mayr, London 1929 (Loeb).
- Ovidius*: Halieutica, latin–francia kiadás: E. Saint Denis, Paris 1975.
- Ausonius*: Mosella, R. Peiper, Lipsiae 1886 (Teubner).
- Cato maior*: De agricultura, latin–francia kiadás: R. Goujard, Paris 1975; magyar ford. Kun J. (bev. Maróti E.), Budapest 1966.
- Varro*: De re rustica G. Görz, 2. ed. Lipsiae 1929 (Teubner); magyar ford. Kun J. (bev. Maróti E.), Budapest 1971.
- Vergilius*, Georgica ed. W. Richter, München 1957; magyar ford. Lakatos I. Budapest 1979.
- Columella*: De re rustica, latin–német kiadás: W. Richter, München 1981.
- Palladius*: De rustica ed. R. E. Rodgers, Lipsiae 1975 (Teubner).
- Pelagonius*, De re veterinaria, E. Klaus–D. Fischer, Lipsiae 1980 (Teubner).
- Cassiani Bassi*, Geoponica sive De re rustica eclogae ed. H. Beckh, Lipsiae 1895.
- J. Aymard*: Essai sur les chasses romaines, Paris 1951.
- L. Burato*, Storia agraria italiana fino al XVII. secolo, in: Storia dell’agricoltura italiana, Roma 1976. 102. skk.
- W. Gemoll*, Untersuchungen über die Quellen, die Verfasser und die Abfassung der Geoponika, Berlin 1963.
- V. Hehn*, Kulturpflanzen und Haustiere in ihren Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien... 8. Aufl. Berlin 1911.
- A. Barański*, Geschichte der Tierzucht und Thiermedizin im Altertum, Wien 1886.
- G. Björck*, Zum Corpus Hippatricum Graecorum, Uppsala 1932.
- R. Froener*, Kulturgeschichte der Tierheilkunde, I. Tierkrankheiten, Heilbestrebungen, Tierärzte im Altertum, Konstanz 1932.

„*Corpus Hippocraticum*”: E. Littré, I–X. Paris 1839–1861, utánnyomás: Amsterdam 1970–1971, új kiadás a „*Corpus Medicorum Graecorum*” sorozatban (Leipzig 1927–folyamatosan); az eredeti szöveg alapján készült magyar fordítások: „A levegőről, vízről, helyről” *Ritóók Zs.* (*Harmattia J.* előszavával), Antik Tanulmányok 1962 – *Hornyánszky K.*, A hippocratesi Corpus dermatológiája, Budapest 1962 (Klly. Communicationes ex Bibl. Hist. Artis. Med. Hung. vol. 26.). *Hippokratész*: A terméketlen nőkről. Ford.: *Nagy F.* (Communicationes ex Bibl. Hist. Artis. Med. Hung., vol. 75–76, 1975. 161–170.)

Apollonius Citiensis (kitioni Apollóniosz): In Hippocratis de articulis commentarius, ed. *J. Kollesch–F. Kudlien*, Berolini 1965.

Dioscurides (Dioszkoridész): De materia medica, ed. *M. Wellmann*, I–III. Berolini 1906–1914.

Galenus (Galénosz): C. Kühn, I–XX. Leipzig 1821–1833, a Corpus Med. Graec-ben 1914–1980. 6. köt. jelent meg, a „De Theriaca ad Pisonem” latin–olasz kiadás: *E. Coturri*, Firenze 1959.

H. Ey, La naissance de la médecine, Paris–New York–Barcelone–Milan–Mexico–Rio de Janeiro 1981.

G. Harig, Geschichte der Medizin in der griechisch-römischen Antike, in: Geschichte der Medizin, hrsg. *A. Mette–I. Winter*, Berlin 1968.

H. Hauser, Lehrbuch der Geschichte der Medizin, 3. Bearb. I. Jena 1875.

Hints E., Az őskori és az ókori orvostudomány, Budapest 1939.

A. Pazzini, Storia della medicina, I. Milano 1947.

J. Scarborough, Roman Medicine, London 1968.

J. Schumacher, Antike Medizin, 2. ed. Berlin 1963.

Schipperges, H., Moderne Medizin im Spiegel der Geschichte, Stuttgart 1970.

E. J. Cole, A History of Comparative Anatomy from Aristotle to the 18. century, London 1944, repr. New York 1944.

K. Deichgräber, Galen als Erforscher der menschlichen Pulse, Berlin 1957.

I. Fischer, Gynäkologie bei Dioskorides und Plinius, Wien 1927.

S. Ghinopoulou, Pädiatrie in Hellas und Rom, Jena 1930.

M. D. Grmek (ed.), Hippocratica, Paris 1980.

Hornyánszky Gy. A görög felvilágosodás tudománya, Budapest 1910.

Hornyánszky, Gy. Von Hippocrates bis Tacitus, Pécs 1924.

- V. Nutton* (ed.), *Galen: Problems and Prospects*, The Wellcome Institute for the History of Medicine 1981.
- Rozsály F.*, *A hippokratesi népismeret szempontjai*, Budapest 1942.
- R. E. Siegel*, *Galen's System of Physiology and Medicine*, Basel—New York 1968.
- Tihanyi M.*, *Klaudios Galenos*, Budapest 1899.

- Abbe, E. H. 413
 Aelianus (Aelianosz) Claudius 282,
 311–313
 Aemilianus 315
 Aemilius Paulus 90
 Aetiosz Amidenosz (Aetius) 219, 386
 Agamemnon 252
 Agatharkhidész 90, 100, 296, 298–
 299
 Agrippa, M. Vipsanius 105–110, 113
 Agrippa, Postumus 105
 Agrippina 215
 Ailianosz (Ailianus) 18, 301, 413
 Aiszkhilosz 17
 Alcon 369
 Alcones 386
 Alexandrosz, aphrodisziaszi 138
 Alexandrosz, myndoszi 281, 286, 312
 Alexandrosz Philatéthész 359
 Alfredus 273
 Alkmaión 272, 350, 352
 Allen 295
 Ambrosius 382, 406–407
 Amphiarasz 308
 Amphilokhosz 308
 II. Amüniasz 351
 Anaxagoras 210, 241, 245, 266
 Anaximandrosz 43–44, 75, 83, 94,
 113, 145, 210, 239, 242–243
 Anaximenész 145, 167, 210, 243–
 244
 Andreasz 383
 Androklész 312
 Androszthenész 79, 269, 299
 Anthemius (Anthémiosz) 404
 I. Antiokhosz 353
 Antiokhosz Szótér 80
 Antonius Pius 62
 Antyllosz 386–387, 400
 Apollodórosz 365
 Apollóniosz, kitioni 363–364, 400,
 415
 Apollóniosz, memphiszi 350, 359
 Apollóniosz, pergéi 14, 20, 23
 Appius 155
 Apszyrtosz 347–348
 Apuleius, Lucius 315–316
 Aratosz 53, 59, 89, 221–223, 225,
 227
 Arber, A. 265, 412
 Arcadius (Arkádiosz) 401
 Archelaus (Arkhelaosz) 332
 Aristippos 49
 Arisztarkhosz 23–24, 67–68
 Arisztophanész 313, 406
 Arisztotelész (Sztagfrita) 20–21, 25,
 33–34, 51, 69, 73–74, 118–122,
 129–130, 135–142, 144–145,
 164, 167–171, 179–182, 192–
 194, 196–197, 210–212, 216–
 218, 221, 234, 242–245, 248, 260,
 262–267, 271–274, 276–277,

281, 285–286, 288, 291–292,
 295, 301–302, 314, 327–328,
 341, 346, 351, 353, 389, 405–407,
 409
 Arisztotimosz 307–308
 Arisztoksenosz 196–199
 Arkhagathosz 367
 Arkhigenész 400
 Arkhimédész 14, 17, 20, 33–34,
 130–133, 151–152, 155–164,
 185
 Arkhytasz 156, 191–193, 204
 Arrianosz, Flaviosz 300, 320
 II. Artaxerxész 351
 Artemidórosz 74, 296, 298, 303
 Asinius Pollio 332
 Aszklepiadész 350, 361–362, 367,
 370, 375, 378
 Aszklepiodotosz 401
 Aszklépiosz 360
 Athénaios 260–261, 284–286,
 313, 413
 Atimetusz 381
 Atticus 225–226, 329, 339
 Augustinus (Szent Ágoston) 176,
 402, 408
 Augustus 43–44, 50, 105–106, 108,
 230, 273, 276–278, 297, 303, 308,
 314, 332, 337, 374, 381, 403
 Ausonius 319–320, 414
 Autobulosz 306–307
 Aymard, J. 414
 Avicenna lásd ibn Szina
 Bailey, C. 235
 Balázs János 98
 Bal billus 297
 Balbius 279
 Baranski, A. 414
 Barbarossa 60
 Baszileiosz 405–407
 Beckh, H. 414

Bél Mátyás 320
 Benedek István 399
 Berényiné Révész Mária 275, 371
 Berger, H. 234
 Bessarion 61
 Björck, G. 414
 Blame, D. M. 412
 Bodor András 239, 241, 243–245
 Bodenheimer, F. S. 412
 Boethius 194–195, 198, 208
 Bolyai János 132
 Borzsák István 370
 Bourdeaux, P. 414
 Boyer, C. B. 233
 Bökönyi 334
 Brehm 250, 309, 323
 Bretzl, H. 268, 413
 Bunbury, E. H. 234
 Burato, L. 414
 Burckhardt, R. 413
 Caelius Aurelianus 388, 402
 Callistus 380
 Calpurnius 282
 Capella, Martianus 128
 Caracalla 321
 Carinus 324
 Carus, J. V. 413
 Carus, Lucretius lásd Lucretius Ca-
 rus
 Cascelius 386
 Cassius 381
 Cato, M. Portius 91, 230, 280, 304,
 328–329, 331, 347, 367–370, 414
 Celsus, Apuleius 379, 382
 Celsus, Aulus Cornelius 229, 253,
 280, 338–340, 349, 352–354,
 359–360, 362, 365, 374–375,
 377–380, 382–383, 404–405
 Cesalpino, Andrea 269
 Cicero, M. Tullius 17, 93, 161, 222,
 225–228, 267, 304–305, 367,

370–371, 405
 Chernel István 309
 Clagett, M. 233
 Claudius 215, 369, 379
 Cohen, M. R. 233
 Cole, E. J. 415
 Columella, Lucius Iunius Modera-
 tus 281, 336–342, 345, 347, 414
 Commodus 284, 343
 Constantinus Africanus 400
 Coturri, E. 415
 Couch, H. N. 11
 Cratenas 280
 Cuvier 266

 Csandragupta 80
 Csokonai Vitéz Mihály 332

 Darwip, Ch. 266
 Deichgräber, K. 415
 Déimakhosz 80–82
 Deiotarus (Déiotaros) 327
 Delambre, J. B. J. 53, 61, 234
 Démokritosz 141–142, 181, 210,
 224, 240, 242–243, 245, 253, 260,
 269–270, 312, 407
 Démoszthenész 90
 Détshy Mihály 316
 Devecseri Gábor 257, 309
 Dicks, D. R. 234
 Didymosz 346
 Diels, H. 179, 192
 Dierauer, U. 413
 Diocletianus 59, 149, 313
 Diodórosz 240, 296, 298–300
 Diogenész Laertiosz 80, 258, 262,
 267, 271–272
 Dikaiarkhosz 74
 Dioklész Karysztiosz 271, 349–351
 Dionysiosz (Cassius Dionysius) 280,
 326–327
 Dionyszodorosz 233

Diophanes 327
 Dioszkoridész, Pedaniosz 212–213,
 366, 374, 383–384, 399–400, 403,
 415
 Dórión 286, 313
 Doszitheosz 131
 Döhrmann Henrik 328
 Drabkin, I. F. 233
 Drachmann, A. G. 235
 Drex, H. 413
 Dreyer, J. L. E. 234
 Drusus 368
 Duhem, P. 235
 Duillius 278

 Empedoklész 179, 181–182, 210,
 240–241, 243–244, 253, 350
 Id. Entz Géza 264, 266
 Epikratész 260
 Epikurosz 62, 141–142, 179, 181,
 224, 252
 Eraszisztratosz 349, 352–357, 359–
 361, 385
 Eratoszthenész 20, 22, 32, 34, 36, 75,
 81–90, 93–94, 100–101, 108–
 109, 115, 131, 226, 232, 300
 Erdmann, G. 412
 Erhard, H. 413
 Eudemius 368
 Eudemosz 315
 Eudoxosz 23, 45, 53, 59, 72–73, 89,
 156, 221–222
 Euklidész 17, 20–21, 46, 52, 115,
 132, 148, 182–185, 192, 194, 205,
 207, 233
 Euktémón 37
 Eunapiosz 400
 Euphorbiosz 374
 Euripidész 175
 Euryphrósz 351
 Eusztathiosz 400
 Eutekniosz 326, 366

Eutykhiosz 411

Ey, H. 415

Fábián G. 326

Fábián József 337–339

Falco, F. De 233

Fannus 386

Farrington, B. 233, 257

Fellner, St. 413

Fernandez, L. Gil 413

Fischer, D. 414

Fischer, I. 415

Flaminius, Titus 97

Florentius 343, 345

Földi József 74–75, 84, 94–98, 100,
234, 294

Francé, R. H. 311

Frisch, K. 331

Froener, R. 414

Frontinus, Sextus Julius 155, 165

Fülöp Zsigmond 408

Gaál István 323

Galénosz 174, 178–179, 243, 257,
285, 351–353, 360, 374, 384,
389–391, 398–400, 405–415

Galerius 279

Galilei 67, 130, 134, 137, 145

Gandert, O. F. 330

Gaudentius 200–201

Geer, R. M. 11

Gellius 192

Geminus (Geminosz) 36–42, 76,
152

Gemoll, W. 414

Geréb József 249, 251

Gerhard, cremonai 60

Gesner, K. 364

Ghinopoulou, S. 415

Glaukiosz 350

Goethe, J. W. 77

Gonatasz Antigonosz 225

Gorgiasz 253

Goujard, R. 414

Görz, G. 414

Graecinus Iulius 339

Gratianus 319

Grattius 320, 325

Gregóriosz, nazianzi 407

Gregóriosz nyssai 407

Grmek, M. D. 415

Guido da Guidi 364

Gulick, G. B. 413

Hadrianus 283, 292, 342

Haggi Halifa 273

Hahn István 293

Hall, A. R. 235

Harig, G. 412, 415

Harmatta János 415

Harpokration 409

Hart, A. 413

Harvey, W. 390

Hausser, H. 415

Havas László 348–349, 381, 388,
398, 401

H. Deák Gyöngyi 253, 354, 359, 363,
365, 370, 377

Heath, T. L. 233–234

Hegel 129

Hehn, V. 414

Heiberg, J. L. 233–235

Heidel, W. A. 233

Hekataiosz 71, 113, 257, 293, 296

Helmreich, C. 381

Hérakleidész 23, 350, 360, 383

Hérakleitosz 141, 210, 243, 245

Hermipposz 270

Heródes 273

Hérodikosz 253

Hérodotosz 71, 249, 274, 288, 292–
293, 296, 298, 301, 305, 309

Hérón, alexandriai 146–148, 150,
152, 166–169, 171, 181, 185

Hérophilosz 347, 349, 352–353,
 359–360, 362
 Hertwig, R. 266
 Hésziodosz 307, 327, 346
 Hészzykhiosz 18, 263, 401
 Heuglin, von 268
 Hieroklész 347–348
 Hierón 156–157, 162–163
 Hieronymus 283
 Hints, E. 415
 Hipparkhosz 20, 23–24, 26, 32,
 41–42, 45, 48, 52–53, 55–57,
 59, 61, 72–74, 78–79, 81, 84–86,
 88, 93–94, 100–101, 109–110,
 112–113, 115, 123, 127, 222, 226,
 260
 Hippaszosz 199, 206
 Hippiasz 221
 Hippokratész 18–19, 251–255, 274,
 288, 292–293, 348, 351, 355, 358,
 360–363, 375, 377, 389–390, 401,
 415
 Hollán Zs. 399
 Holyard, E. J. 235
 Homérosz 70, 83, 175, 251–252,
 257, 259, 309
 Honorius 401
 Horatius 331
 Horn Arthur 332
 Hornyánszky Gy. 415
 Hornyánszky K. 415
 Hubert, O. 413
 Hunain ibn Iszhák 273
 Humboldt, A. von 407
 Hyginus 281, 336, 338, 341, 386
 Hypatia 21, 60
 Iakobosz 401
 Ian, L. 234
 Ibn Szina (Avicenna) 273
 Ibn Zura (Abu Ali ibn Zura) 274
 Ioulosz, bithnyai 383

Iuba 282, 308
 II. Iuba 277, 312, 374
 Iulianus (Iulianosz) 400
 Iulius Africanus 344
 Iulius Bassius 279
 Johannes Müller lásd Regiomonta-
 nus
 John, I. 412
 Julius Caesar 44, 105, 108, 291,
 294–295, 347, 412
 Kallimakhosz 270, 313
 Kallipposz 23
 Kalliszthenész 302
 Kallixenosz 291
 Karposz 152–153, 159
 Kassziosz Basszianosz 345
 Kepler, J. 38, 57
 Kharmisz 369
 Khryszipposz 349, 351, 353
 Kiss Antal 328
 Klaus, E. 414
 Kleomédész 24–32, 34, 36, 65, 95,
 222
 Kleophantos 359
 Kollesch, J. 415
 Kolumbusz 33, 118
 Konón 131
 Kónsztantinosz Porphyrogennétosz
 (Bíborban született Konstantin)
 343, 347
 Kopernikusz 51, 57, 61
 Kozmasz Indikopleusztész 128
 Kövendi Dénes 240, 245, 313
 Kranz, W. 192
 Kratész 104
 Krateuas 366, 383
 Krause, M. 233
 Ktésziasz 282, 351
 Ktészibiosz 167
 Kudlien, F. 415

Kun József 327, 414
 Kurucz Ágnes 382
 Lagida Ptolemaioszok 50–51
 Lagósz 50
 Lakatos István 333–334, 336, 414
 Lamarck, J. B. de 266
 Lang, P. 413
 I. László (Szent László) 60
 Laszozs 199
 Laurentius 285
 Lavoisier, A. L. 173
 Leibniz, G. W. 20
 Leither, U. 413
 Leukipposz 141, 210, 224
 Libaniosz 345
 Linné, C. 265–266
 Lippmann, E. O. von 235
 Livia 337, 368
 Livius 328
 Lloyd, G. E. R. 233
 Lobacsevszkij, Ny. I. 132
 Lango, O. 234
 Lorenz, K. 311
 Louis, P. 412
 Löther, R. 412
 Löwenheim, L. 240
 Lactantius, Caecilus Firmius 405, 411
 Lucanus, Marcus Annaeus 291
 Lucretius Carus 17, 141–143, 176, 178, 180–181, 218, 222–224, 242, 246, 372, 399, 405
 Lunkevics, V. V. 412
 Lykón 315
 Lyszimakhosz 308
 Macer 281
 Mach, F. 235
 Macrobius 128
 Maecenas 332
 Mago 327–328, 339, 347
 Makhaósz 252

Malpighi, Marcello 270
 Manitiús, C. 233
 Manitiús, K. 49.
 I. Manuel (Komnenezosz) 49, 60
 Matolcsy János 324, 334
 Marcellus (Marcellus Empiricus) 402
 Marcellus, M. Claudius 155–156, 158–159, 161
 Marchant, E. O. 414
 Marcus Aurelius 283–284, 317, 342–343, 389
 Mardsen, E. W. 235
 Markellosz Szidétész 385
 Maróti E. 414
 Martialis, Q. Gargilius 344–345, 386, 399
 Martianus Capella lásd Capella
 Marx, F. 252, 320, 355
 Maula, F. 234
 Mayhoff, C. 234
 Mayr, A. W. 414
 Megaszthenész 80–82, 282, 300–301, 312
 Méhely Lajos 323
 Mela, Pomponius 110–112, 222
 Mendel 335
 Menedémosz 260
 Menekratész 327
 Menelaosz 20, 55
 Menge, H. 235
 Menón 351
 Messalina, Valeria 379
 Metrodorus (Metrodórosz) 280, 353
 Metón 37
 Mette, A. 415
 Meyer, G. M. 413
 Mikulinszkij, S. R. 412
 Miskolczy Gáspár 323
 Mithridatész 366, 369
 Mneszitheosz 351
 Montalenti, G. 412
 Möbius, N. 413

- Mugnier, R. 412
 Mummius, Lucius 91, 209
 Murrius 330
 Musa, Antonius 374, 381, 403
 Musa, Petronius 364
 Mustio (Moszkhion) 388

 Nabukodonozor 62
 Nadím (ibn an-Nadím) 274
 Nagy F. 415
 Nagy Konstantin 302, 347, 400
 Nagy Sándor (Alexandrosz) 50, 62, 73, 79–80, 90, 98, 119, 262, 267–268, 291, 299–302, 308, 320, 346
 Nagy Szent Gergely (Gregorius) 411
 Namatianus, Rutilus Claudius 325
 Nearkhosz 79–80, 268, 301
 Néleusz 271
 Nemesianus, Aurelius Olympius 324–325
 Németh György 317–318, 322–323
 Némethy Gábor 267
 Némethy Géza 304
 Nero 292, 297, 383
 Neugebauer, O. 233
 Newton, I. 20, 57, 134
 Niger, Sextius (Sextius Quintus) 279–280, 374, 382–384
 Nigidus Fligulus 281
 Nikandrosz 326, 332, 365–366
 Nikolaosz Damaszkénosz 273–274, 303
 Nikomakhosz 194–196, 351
 Nikón 389
 Nix, L. 146, 235
 Nordenskiöld, E. 261, 412
 Nussbaum, M. I. 412
 Nutton, V. 416

 Octavia 381
 Onészikritosz 20, 300

 Oppianosz, kilikiai 282, 315, 317, 319, 321–326, 414
 Oreibasiosz 386, 400–401
 Ovidius 314–315, 319–320, 414

 Pál apostol 406
 Palladius, Aemilianus 302, 344–345, 401, 414
 Pamphiliosz 283, 343, 384
 Papposz 14, 21, 59, 148–153
 Paré, A. 364
 Parmenidész 19, 71, 141
 Patroklész 82
 Paulosz Aiginatész 363, 386
 Pauszaniasz 293
 Pazzini, A. 415
 Peiper, R. 414
 Pelagoniosz (Pelagonius) 348, 414
 Periklész 241
 Perszeusz 90
 Petit, G. 413
 Peurbach, G. 61
 Phaidimosz 307–308
 Pheidiasz 259
 Philagriosz 400
 Philinosz 360
 Philipposz (Philippus) 90, 292
 Philisztion 350
 Philón 82, 147, 167, 172–173, 227
 Philoponosz, Ivannész 138, 140, 142
 Philotimosz 351
 Philumenosz 385, 400
 Pindarosz 308
 Pison 399
 Planudész, Maximosz 273
 Plato 407
 Platón 20, 22–23, 72, 156–157, 161, 175, 182, 191–192, 196–197, 221, 228, 260–261, 313, 315, 321, 350, 371, 374
 Pleisztonikosz 361

Plinius (Plinius Major) 17, 106, 119, 155, 174–175, 177, 179–180, 213–215, 228–232, 234, 248, 255, 262, 264, 271, 274–282, 289, 292–293, 299, 301, 308, 323, 328, 331, 345, 365, 367, 370, 374, 383–384, 399–400, 402–403, 405–407

Plinius a „levélíró” 229–231

Plutarkhosz 17, 140, 155–157, 159, 214, 239, 241, 244, 305–306, 309–311, 413

Podaleiriosz 252

Poincaré, H. 21

Polemios, Julius Valerius Alexander 302

Pollux, Iulius 283–284

Polybiosz 76, 90–93, 99–101

Polydeukész 283

Polykleitosz 257

Pompeius 291

Pomponius Mela lásd Mela

Poppaea 278

Porosz 308

Porphyriosz 192–193

Poszeidóniosz 25–26, 32–36, 75, 93–98, 100, 108, 116, 161, 170, 219, 288, 292, 304–305

Praxagorasz 349, 351, 361

Primaticcio 364

Proklosz 21, 182

I. Ptolemaiosz 271

II. Ptolemaiosz 271, 291, 298, 313, 351

III. Ptolemaiosz Euergetész 82, 298

Ptolemaiosz, Klaudiosz 14, 20, 23–26, 32, 41, 45, 49–69, 78–79, 81, 85–87, 89, 110, 113–116, 119, 121–126, 128, 149, 154, 185, 187, 189–190, 192–193

VI. Ptolemaiosz Philométor 90

Publius Vegetius Renatus 348–349

Pythagorasz 19, 54–55, 71, 196, 198–200, 206, 253, 305–307, 374, 407

Pytheasz 40, 72–75, 80, 82–83, 87–88, 219

Pyrrhosz 308

Qualonymus ben Qualonymos 273

Quintus Serenus Samonicus 399

Rádl, E. 412

Rasíd (Harun al-Rasíd) 60

Regiomontanus 61

Révay József 303, 312

Reymond, A. 233

Richter, W. 336, 414

Ritoók Zsigmond 75, 256, 415

Rodgers, R. E. 414

Rozsály F. 416

Rutherford, E. 13

Ruphosz 284, 385, 387, 400

Rutilius Taurus 344

Saint-Denis, F. De 413–414

Sambursky, S. 233

Scarborough, J. 415

Schandl József 328

Schipperges, H. 415

Schmidt, W. 235

Schmidtlein 318

Schnabel, P. 110

Schonfield, A. J. 413

Schrophia 278

Schumacher, J. 415

Scipio Aemilianus 90–91

Scribonius Largus 379–383

Seneca 297, 337, 382, 405

Senglaub, K. 412

Senn, G. 270, 412–413

Servius 283, 344, 346

Shaw, B. 312

Severus, Alexander 343–344
 Severus, Septimius 389
 Sextus Quintilianus Condianus 343
 Sextus Quintilius Valerius Maximus 343
 Siegel, R. E. 416
 Silvius, Polemius 286
 Singer, Ch. 235, 412
 Solinus, Caurs Julius, 229, 281–282
 Souliran, J. 234
 Snell, W. van Roijen 189
 Stahl, W. H. 235
 Stilman, J. M. 235
 Suetonius 337, 374
 Swiderkowna, A. 413

Szábit ibn Kurra 273
 Szabó Árpád 233–234
 Szabó György 239, 241, 243–245
 Szatyrosz 291
 I. Szeleukosz 80, 82, 219
 Szepessy Tibor 294
 Szerapión 225–227, 350, 360
 Szeverosz 402
 Szimón 259, 283, 346
 Szimplikiosz 18, 138–140, 170, 245
 Szóklarosz 306–307
 Szókratész 175, 179, 221, 258, 260, 272
 Szótiosz 382
 Szoranosz, epheszosi 387–388, 402
 Szpeuszipposz 260–262
 Szt. Bertalan 367
 Szt. Methódiosz 405
 Szt. Vazul 406
 Sztágírita lásd Arisztotelész
 Sztoikheiótisz lásd Euklidész
 Sztrabón 40–41, 70, 73, 87, 92, 94, 96–104, 106–107, 109, 115, 127, 219, 234, 274, 291, 294, 300–301, 303–304
 Sztratón 139, 271–272, 288, 291, 353

Tacitus 105, 107, 251
 Tannery, P. 234
 Tertullianus 352, 366
 Thalész 19, 37, 71, 145, 210, 243
 Themiszón 350, 356–357, 370, 374
 Theodorik 404
 Théodoridès, J. 413
 I. Theodosius 149, 401–402
 II. Theodosius 402
 Theomnéstosz 348
 Théon, alexandriai 21, 55, 59
 Theophrasztosz 17, 139, 193, 197, 212–213, 215–216, 221, 241, 264, 267–271, 273–274, 278, 281, 288, 291, 315, 327, 333, 353, 413
 Thompson, D' A. W. 413
 Thukydidész 254
 Tiberius 105, 229, 278, 374, 381
 Tihanyi M. 416
 Titus Flaminus lásd Flaminus
 Tóth Béla 243, 246–247, 372–373
 Toynbee, J. M. C. 413
 Traianus 347, 384, 387
 Trapezuntiosz, Georgiosz 61
 Typhon 382

Udvardy Ágnes 314, 319

Xenophanész 216, 239
 Xenophón 258–260, 283–284, 313, 320, 346, 414

Váczy Kálmán 274–275
 I. Valentinianus 319, 402
 Valerius Marianus 279
 Valerius Maximus 347
 Valerius Valens 369, 379
 Varro, M. Terentius 228–230, 253, 278, 280, 327–332, 334, 336, 339, 346–347, 405, 414
 Vekerdi László 163

Vergilius 278, 281, 283, 290, 332—
336, 338, 342, 344, 346—347, 414
Vespasianus 383
Vietórisz József 333, 335
I. Vilmos 49, 60
Vindaniósziosz Anatoliosz 345
Vindicianus 402
Vipsanius Agrippa lásd Agrippa
Vitruvius 44—47, 116, 155, 162, 195,
207—209, 213, 234, 344

Warmington, E. H. 234
Wellmann, M. 415
Widra, K. 414
Williams, T. I. 235
Winter, I. 415
Wotton, E. 265

Zénón 19, 88, 141, 400, 404
Ziegler H. 25, 234
Zópyrosz 364

Zsámboky (Sambucus) János 349

A borító- és kötéstervezés Vaisz György munkája

A kiadásért felel a Gondolat Könyvkiadó igazgatója



1627/84 Franklin Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató
Budapest, 1984

Felelős szerkesztő: Gerner József
Műszaki vezető: Tóbi Attila
Műszaki szerkesztő: Radó Péter

Megjelent 26,75 (A/5) ív + 16 old. színes melléklet terjedelemben,
az MSZ 5601 – 59 és 5602 – 55 szabvány szerint